



Avaliação quantitativa e qualitativa de pastagens e forragens numa exploração agropecuária em modo biológico na região da Flandres, Bélgica

Tiago João Mariano dos Santos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadoras: Professora Doutora Maria Odete Pereira Torres

Professora Doutora Luísa de Almeida Lima Falcão e Cunha

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Professora Doutora Luísa de Almeida Lima Falcão e Cunha, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Professora Doutora Noémia do Céu Machado Farinha, Professora Coordenadora da Escola Superior Agrária de Elvas do Instituto Politécnico de Portalegre

**E disse Deus: Façamos o Homem à nossa imagem,
conforme a nossa semelhança: e domine sobre os peixes do mar,
e sobre as aves dos céus, e sobre o gado, e sobre a terra,
e sobre todo o réptil que se move sobre a terra.**

**E disse Deus: Eis que vos tenho dado toda a erva que
dá semente e que está sobre a face de toda a terra
e toda a árvore em que há fruto de árvore
que dá semente; ser-vos-ão de mantimento.**

**E a todo o animal da terra, e a toda a ave dos céus,
e a todo o réptil da terra, em que há vida vivente,
toda a erva verde lhes será de mantimento. E assim foi.**

Gênesis 1: 26, 29 e 30. In a Bíblia Sagrada.

Agradecimentos

Ao proprietário da exploração agropecuária – Bolhuis - onde se realizou o trabalho experimental, Mestre em Agronomia pela Universidade de Leuven – KU Leuven, empresário e Presidente da Associação BioForum, Kurt Sannen, não só pela permissão em efectuar uma tese na sua exploração, como por todo o conhecimento que partilhou comigo, mas, acima de tudo, pela forma como me recebeu em sua casa, considerando-me parte da família, tendo-se criado entre nós uma grande amizade.

À minha orientadora inicial, Professora Luísa Falcão e Cunha, pela amizade, por todas as dicas úteis no decorrer deste trabalho, por todas as respostas que me deu nas dezenas de e-mails trocados, assim como pela determinação dos constituintes analíticos das amostras de pastagem, feno e silagem no laboratório Rebelo da Silva.

À minha orientadora final, Professora Maria Odete Torres, pela amizade, pelo elevado grau de profissionalismo, empenho e rigor na correcção da dissertação e pelas sugestões dadas para melhoria da mesma.

Ao Professor Henrique Ribeiro pela disponibilização do Laboratório de Química Agrícola do ISA para a realização das análises de solo e minerais do material vegetal.

À Professora Maria João Martins pelo seu precioso auxílio no tratamento estatístico.

À Engenheira Teresa Vasconcelos, pela amizade e ajuda na identificação de algumas espécies vegetais.

Ao botânico Luc Vervoort que me auxiliou na identificação das espécies vegetais.

Ao Engenheiro Agrónomo e conselheiro do dono da exploração, Wim Govaerts, pela reunião de debate sobre a interpretação dos resultados obtidos.

Às Engenheira Karla Moors e Lore Fondu pela permissão de secagem e moenda das amostras do material vegetal no Laboratório de solos da KU Leuven.

Ao Engenheiro Tobias Fremout pelos contactos efectuados no sentido de agilizar a colaboração da Universidade de Leuven.

Ao Engenheiro Miguel Martins do Laboratório de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia pela determinação das análises de solo e simpatia demonstrada.

À Jozefien Kiekens, Raphael, Arno, Leon, senhor Jef Sannen e Berne Sannen pela hospitalidade e amizade demonstradas ao longo de 10 meses.

Ao Veterinário Sam Daeleman, por toda a partilha de conhecimento e experiência durante o manejo profiláctico dos animais.

Aos colegas que trabalharam comigo em Bolhuis; Hans Claes, Evie Schoenaers, Els Mesorten, Tyrr Vangeel, Kim Bunt, Jaku Libiszewski, William Mathijssen e Geertje Meire, entre outros, pelo companheirismo demonstrado.

À Dona Paula Malveiro do gabinete de relações internacionais pelo auxílio de toda a logística de burocracias associadas ao programa Erasmus +, graças ao qual foi possível a realização desta tese.

Aos meus amigos por todo o encorajamento, não só ao longo da realização deste trabalho, como em todas as ocasiões.

Aos meus pais, avós e restante família, pela educação que me proporcionaram, pela paciência e compreensão que tiveram para comigo ao longo da vida e todo o apoio que me deram durante a realização deste trabalho.

Resumo

No âmbito da sustentabilidade do planeta, a gestão das reservas naturais é fundamental para a conservação da biodiversidade de espécies e ecossistemas. O pastoreio em zonas protegidas é uma forma de gerir e controlar a vegetação, fomentando o equilíbrio do ecossistema e tirando partido de solos com produtividades reduzidas.

Foi efectuado um estudo sobre a qualidade das pastagens e forragens para alimentação de bovinos da raça Kempens Roodbont, na exploração agro-pecuária em modo biológico, na região da Flandres, Bélgica. Foram analisadas 5 parcelas de terreno A, B, C, D e E relativamente ao solo, às espécies vegetais presentes, à produtividade e ao valor nutritivo da erva, feno ou silagem nelas produzidas, comparando com as necessidades alimentares dos animais. As parcelas A e C foram pastoreadas e utilizadas para produzir feno, a B unicamente para pastoreio e a D e E para produção de silagem de erva. Em todas as parcelas foram recolhidas amostras da erva verde e, posteriormente, excepto na parcela B, do feno ou silagem resultante.

As produtividades obtidas foram: parcela A com 8.345 kg MS/ha/ano, a B com 4.970 kg MS/ha/ano, a C com 8.415 kg MS/ha/ano, a D com 11.097 kg MS/ha/ano e a E com 24.880 kg MS/ha/ano.

Nas forragens conservadas sob a forma de feno foi observado um decréscimo dos teores de PB, Mg, Na, P, Mn, Fe, Zn, B e Mo, e um aumento dos valores de NDF, ADF, ADL, cinza, Ca, K, S e Cu. Relativamente à forragem conservada sob a forma de silagem, constatou-se que apenas os teores de PB e ADF registaram acréscimo relativamente à forragem verde.

Nas parcelas pastoreadas, o alimento disponível foi suficiente para satisfazer as necessidades dos animais. O feno e a silagem não foram suficientes para alimentar os animais durante os meses em que estes estavam estabulados.

Palavras – chave: Pastagens, forragens, produtividade, valor alimentar, sustentabilidade de áreas protegidas

Abstract

Aiming at the sustainability of planet, the grazing of natural áreas is of paramount importance to assure the biodiversity and ecosystems conservation. Animal production with low stocking rate is a way to improve the vegetation in protected areas.

A study was carried out on the productivity and quality of pastures and forages to feed cattle of the breed Kempens Roodbont, in an organic farm in the Flemish region of Belgium. Five plots of land A, B, C D, and E were analysed in relation to the soil, plant species composition, productivity and nutritive value of the grass, hay or silage produced in them, and compared to the animal feeding needs. Plots, A and C were grazed and used to produce hay, B only for grazing and D and E for herb silage obtained, in order to identify differences between green and conserved forage.

The productivity were: plot A with 8,315 kg DM/ha/year, B with 4,970 kg DM/ha/year, C with 8,415 kg DM/ha/year, D with 11,097 kg DM/ha/year and E with 24,880 kg DM/ha/year. In the hay preserved fodder the differences related to green forage were showed a decrease in levels of CP, Mg, Na, P, Mn, Fe, Zn, B e Mo, and an increase in values NDF, ADF, ADL, cinza, Ca, K, S e Cu.

In relation to the forage preserved in the form of silage, it was observed na increase in CP and ADF levels between green and conserved forage. In the grazing plots, the available food was enough to satisfy the needs of the animals. In relation to hay and silage, it was found that they were not sufficient to feed the animals during the period on the stable.

Key- words: Grasslands, forages, productivity, feed value, sustainability of protected areas

Índice

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract	vii
Índice	viii
Lista de Quadros	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Abreviaturas.....	xv
 1. INTRODUÇÃO.....	 1
1.1. Objectivos.....	3
 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	 4
2.1. Considerações sobre agroecologia e biodiversidade	4
2.2. PRODUÇÃO FORRAGEIRA	6
2.2.1. Pastagens	6
2.2.2. Forragens	7
2.3. Métodos de conservação de forragens	7
2.3.1. Fenação	8
2.3.1.1. Alterações e perdas ocorridas na fenação	9
2.3.2. Ensilagem	10
2.3.2.1. Alterações e perdas ocorridas na ensilagem	12
2.4. Valor alimentar das forragens	12
2.4.1. Factores edafo-climáticos	15
2.4.2. Factores inerentes ao animal.....	15
2.5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FORRAGENS.....	17
2.5.1. Composição mineral	17

2.5.2.	Constituintes citoplasmáticos	19
	Glúcidos não estruturais	19
	Substâncias azotadas	20
2.5.3.	Constituintes da parede celular	21
3.	NECESSIDADES ALIMENTARES DOS ANIMAIS	22
4.	TRABALHO EXPERIMENTAL	24
4.1.	Enquadramento ecológico	24
4.2.	Biodiversidade	26
4.3.	Caracterização climática	27
4.3.1.	Clima	27
4.3.1.1.	Temperatura	28
4.3.1.2.	Precipitação.....	28
4.4.	Parcelas	30
4.4.1.	Parcela A – L-weide – pastagem e feno.....	30
4.4.2.	Parcela B – Demerbroeken – pastagem	32
4.4.3.	Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef – pastagem e feno	32
4.4.4.	Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef – silagem.....	33
4.4.5.	Parcela E – Shommelgrond – silagem	34
4.5.	Os animais	34
4.5.1.	Raça Kempens Roodbont Koe – vaca campestre vermelha	34
4.5.2.	Efectivo pecuário e manejo	36
4.6.	Colheita de dados	38
4.6.1.	Solo	38
4.6.2.	Avaliação da produtividade de matéria seca das pastagens e forragens.....	38
4.6.3.	Espécies vegetais presentes.....	38
4.6.4.	Caracterização laboratorial.....	39
4.6.4.1.	Solos.....	39

4.6.4.2.	Material vegetal	39
4.7.	Estimação do valor alimentar do material vegetal	40
4.8.	Estatística das diferenças entre a composição química da forragem verde e conservada sob a forma de silagem	40
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1.	Solos	42
5.2.	Espécies vegetais presentes.....	42
5.2.1.	Parcela A – L-weide	42
5.2.2.	Parcela B – Demerbroeken	44
5.2.3.	Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef.....	44
5.2.4.	Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef	45
5.2.5.	Parcela E – Shommelgrond	46
5.3.	Produção de matéria seca das parcelas	46
5.3.1.	Parcela A – L-weide	46
5.3.2.	Parcela B – Demerbroeken	47
5.3.3.	Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef.....	48
5.3.4.	Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef	49
5.3.5.	Parcela E – Shommelgrond	51
5.4.	Composição química das pastagens e forragens	54
5.5.	Diferenças da composição química entre forragem verde e conservada sob a forma de feno	57
5.6.	Disponibilidades <i>versus</i> Necessidades	58
5.6.1.	Pastagens	58
5.6.1.1.	Parcela A	58
5.6.1.2.	Parcela B	60
5.6.1.3.	Parcela C.....	61
5.6.2.	Forragens	62
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	65

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
8. ANEXOS.....	78
I. Registos meteorológicos por estação do ano desde 1981 a 2015 e, por mês, de 2016 na região da Flandres	i
II. Equações de estimação do valor alimentar das pastagens e forragens	iv
III. Composição química determinada, valor energético, valor azotado, digestibilidade e quantidade ingerida de matéria seca por quilo de peso metabólico, estimados, das pastagens e forragens das 5 parcelas do ano de 2016	viii
IV. Boletins das análises de solo.....	x

Lista de Quadros

Quadro 1 – Necessidades nutricionais diárias padrão dos bovinos presentes na exploração, consoante o género, idade, peso e estado fisiológico, relativamente à energia (UFL), proteína (PDI), cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg).....	23
Quadro 2 – Necessidades de minerais para bovinos de carne e leite	23
Quadro 3 – Produtividade esperada de diferentes tipos de prados da Bélgica consoante o tipo de vegetação e as espécies herbáceas presentes e respectivo impacto sobre a biodiversidade considerando os in-puts de fertilizantes e seus efeitos sobre o solo e a água	24
Quadro 4 – Lista faunística avistada durante a realização do trabalho experimental	27
Quadro 5 – Média das diferenças observadas para forragem verde (V) e silagem (Cs), intervalo de confiança a 95% para a média das diferenças populacionais μD e p-value do teste à igualdade das médias ($\mu D=0$ vs $\mu D\neq 0$).....	41
Quadro 6 – Composição botânica da parcela A	42
Quadro 7 – Constituição físico-química das amostras de solo de cada parcela	43
Quadro 8 – Composição botânica da parcela B	44
Quadro 9 – Composição botânica da parcela C	45
Quadro 10 – Composição química determinada, valor energético, valor azotado e quantidade ingerida de matéria seca por quilo de peso metabólico do animal, estimados, das pastagens e forragens das 5 parcelas no ano de 2016	55
Quadro 11 – Composição em minerais das amostras de pastagem e forragem	56
Quadro 12 – Média e desvio padrão das quatro diferenças (cada diferença corresponde a uma data de corte) entre a composição na forragem verde (V) e conservada sob a forma de feno (Cf). Na última coluna apresenta-se a média das quatro diferenças relativas.....	58
Composição química determinada, valor energético, valor azotado, digestibilidades e quantidade ingerida de matéria seca por quilo de peso metabólico, estimados, das pastagens e forragens das 5 parcelas do ano de 2016	viii e ix

Lista de Figuras

Figura 1. Inter-relações entre biodiversidade, ecossistemas e sistema económico (adaptado de Millennium Assessment Reports, 2005)	5
Figura 2. Temperatura mensal na região da Flandres	28
Figura 3. Precipitação mensal na região da Flandres	29
Figura 4. Parte de uma pastagem em Junho de 2016	29
Figura 5. Mapa identificativo da parcela A	30
Figura 6. Mapa das parcelas em estudo com as letras identificativas das mesmas	31
Figura 7. Mapa identificativo da parcela B	32
Figura 8. Mapa identificativo da parcela C	33
Figura 9. Mapa identificativo da parcela D	33
Figura 10. Mapa identificativo da parcela E	34
Figura 11. Pintura de vaca tipo da raça Kempens Roodbont	35
Figura 12. Principais componentes analíticos que demonstram a relação entre a população da raça Kempens e nove outras raças bovinas	35
Figura 13. Animais em pastoreio na parcela A a 1/5.....	46
Figura 14. Produtividade da parcela A nas três datas de amostragem	47
Figura 15. Animais em pastoreio na parcela B a 13 de Junho	48
Figura 16. Produtividade da parcela C nas quatro datas de amostragem	48
Figura 17. Fotografia da parcela C a 8 de Maio	49
Figura 18. Fotografia da parcela C à esquerda dos prumos e da parcela D à direita, a 18 de Junho	49
Figura 19. Produção de forragem da parcela D nas quatro datas de amostragem	50
Figura 20. Estado da vegetação da parcela D a 18 de Junho	50
Figura 21. Particularidade dos fardos da forragem cortada da parcela D a 17 de Outubro	50
Figura 22. Aspecto de parte da vegetação da parcela D a 14 de Outubro	51
Figura 23. Produção de forragem da parcela E nas cinco datas de amostragem	51

Figura 24. Aspecto de parte da vegetação da parcela E a 14 de Outubro	52
Figura 25. Produtividade anual estimada de cada parcela por hectare de Maio a Novembro de 2016....	52
Figura 26. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias	59
Figura 27. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias	59
Figura 28. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requerida pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias	59
Figura 29. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias	60
Figura 30. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias	60
Figura 31. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias	60
Figura 32. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias	61
Figura 33. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias	61
Figura 34. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias	62
Figura 35. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo pecuário	62
Figura 36. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo pecuário	63
Figura 37. Disponibilidade de UFL veiculada pelo tritcale e semente de linho extrudido fornecidos durante os 6 meses de estabulação vs. Necessidades não cobertas pela forragem	63
Figura 38. Disponibilidade de PDI veiculada pelo tritcale e semente de linho extrudido fornecidos durante os 6 meses de estabulação vs. Necessidades não cobertas pela forragem	63
Figura 39. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo animal	64

Lista de Abreviaturas

ADF – Fibra em detergente ácido

ADL – Lenhina em detergente ácido

CUDE – coeficiente de utilização digestiva da energia

CUDMO – coeficiente de utilização digestiva da matéria orgânica

dr – Digestibilidade real

DT – Digestibilidade teórica

EB – Energia bruta

ED – Energia digestível

EM – Energia metabolizável

EN – Energia net

ENI – Energia net leite

FB – Fibra bruta

kl – coeficiente de utilização para a produção leite

MO – Matéria orgânica

MOF – matéria orgânica fermentescível

MS – Matéria Seca

NA – nível alimentar

NDF – Fibra em detergente neutro

OGM – Organismos geneticamente modificados

PB – Proteína bruta

PDI – Proteína digestível no intestino

PDIA – Proteína de origem alimentar digestível no intestino

PDIE - Proteína digestível no intestino veiculada pela energia do alimento

PDIN - Proteína digestível no intestino veiculada pelo azoto do alimento

PV – peso vivo

$PV^{0.75}$ – peso metabólico

q – quociente entre EM e EB

QIB – quantidade ingerida

UFL – Unidade forrageira leite

Elementos químicos

B – Boro

Ca – Cálcio

Cu – Cobre

Fe –Ferro

K – Potássio

Mg – Magnésio

Mn – Manganês

Mo – Molibdénio

N - azoto

Na –Sódio

P – Fósforo

S – Enxofre

Zn – Zinco

1. INTRODUÇÃO

A produção biológica é um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina, as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais e a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais (Regulamento (CE) nº 834/2007 do Conselho de 28 de Junho). O método de produção biológica tem um duplo papel social pelo que abastece um mercado específico e fornece bens públicos que contribuem para a protecção do ambiente e bem-estar dos animais e para o desenvolvimento rural.

É sobre estes pontos que um profissional da área agrícola deve aplicar os seus conhecimentos a fim de melhorar as eficiências de produção, respeitando os limites físicos inerentes a cada espécie vegetal ou animal produzida, assim como os procedimentos que respeitem a ética ambiental e social.

Os produtores são, muitas vezes, impelidos pela pressão associada ao mercado livre e à indiferenciação do preço dos produtos, levando estes, erradamente, a terem que estar constantemente em busca de formas mais eficientes de produção para que, numa competição tantas vezes desleal entre países, consigam sobreviver face às despesas constantemente crescentes.

Aldo Leopold escreveu, há mais de 70 anos que “A única forma de salvar os ecossistemas naturais do planeta e, em última instância o ser humano, estava em desenvolver uma relação pessoal com a terra e com a sua miríade de habitantes. Só percorrendo este caminho é que poderemos aprender a amar o suficiente a natureza para poder salvá-la.”

A erradicação da fome e má nutrição é uma problemática mundial, consagrada como um dos objectivos da Declaração das Nações Unidas sobre Progresso e Desenvolvimento Social, e a eliminação das causas subjacentes a tal situação, são objectivos comuns de todas as nações. Esta situação agravou-se nos últimos anos devido a uma série de crises que afectaram a economia mundial, como a deterioração do sistema monetário internacional, o aumento inflacionado dos custos de importação, o pesado fardo imposto pela dívida externa na balança de pagamentos de muitos países em vias de desenvolvimento, a crescente procura de alimentos devida em parte à pressão demográfica, a especulação e a escassez e aumento dos custos dos factores de produção agrícola.

O bem-estar dos povos do mundo depende em grande medida de uma adequada produção e distribuição de alimentos. Para que seja possível suprimir as necessidades diárias de alimento em quantidade e qualidade adequadas, é necessário o consumo de produtos alimentares de origem vegetal e animal que, por sua vez, tenham sido produzidos com a maior segurança alimentar, o menor impacto negativo sobre o ecossistema, duma forma sustentável e com o mínimo de recursos possíveis.

Em 1990, o congresso dos EUA considerou que a agricultura sustentável consiste “num sistema integrado de práticas de produção de plantas e animais tendo uma aplicação específica a cada local que,

no longo prazo: i) satisfaça as necessidades humanas em alimentos e fibras; ii) melhore a qualidade do ambiente e a base de recursos naturais, de que depende a economia agrícola; iii) faça o mais eficiente uso dos recursos não renováveis e dos recursos da própria exploração e integre, quando apropriado, os ciclos biológicos naturais; iv) mantenha a viabilidade económica das actividades agrícolas e v) melhore a qualidade de vida e da sociedade como um todo” (Amaro, 2003).

Segundo a FAO (2013), 26% da área terrestre mundial e 70% da área agrícola mundial são cobertos por pastagens, o que contribui para o sustento de mais de 800 mil milhões de pessoas. As pastagens são uma importante fonte alimentar para os animais e um *habitat* para espécies selvagens, que promovem a protecção ambiental, o armazenamento de carbono e água e a conservação *in situ* de recursos genéticos vegetais.

O rápido aumento da população, juntamente com os efeitos das mudanças climáticas, aumentou a pressão sobre as pastagens, particularmente em ambientes áridos e semi-áridos, e consequentemente, importantes áreas de pastagens em todos os continentes apresentam-se degradadas.

Para que a produção primária de pastagens e forragens seja viável é imperativo que o solo onde estão implantadas permita o aporte de nutrientes necessários ao desenvolvimento das espécies pratenses e forrageiras e à vida microbiológica. As suas características físicas, nomeadamente a textura, a estrutura, a profundidade, entre outras, devem também permitir o desenvolvimento adequado das raízes das plantas.

A produção animal está totalmente dependente da vegetal, uma vez que os animais necessitam de se alimentar de produtos de origem vegetal ou com origem nestes, para que o seu desenvolvimento ocorra da melhor forma. Consequentemente, e estando a alimentação humana dependente destes dois tipos de produção, é, cada vez mais, de elevada importância a melhoria da gestão da produção vegetal e animal.

Para que tal seja possível, a boa gestão de todos os recursos, deverá ser tida em conta quando se procura a sustentabilidade dos ecossistemas. A escolha adequada do uso de cada parcela, com características únicas, inerentes à sua origem geológica e mesmo à sua utilização passada, é de suma importância, devendo optar-se por se tirar partido dos solos com características adequadas à produção de pastagens e forragens, onde as máquinas mobilizem o solo sem causar erosão e dando primazia ao pastoreio das zonas mais vulneráveis com uma carga animal adequada. Ao proceder-se desta forma, permite-se, por um lado o aproveitamento destas parcelas menos produtivas e, ao mesmo tempo, melhorar a fertilidade destes solos com o incremento dos dejetos dos animais que fornecem nutrientes às plantas.

A conservação de animais domésticos autóctones representa um esforço valioso. Estes estão quase sempre bem adaptados às condições onde se desenvolveram, possibilitando a criação em regime extensivo e a manutenção de um ecossistema diversificado. Bem geridos, estes efectivos podem representar um factor económico cativante numa fase de grande procura de produtos “de origem

protegida” e “biológicos”. Ao mesmo tempo, preservam um património insubstituível, que encerra em si partes da história e evolução cultural de uma região, adaptando-o às novas realidades.

Este trabalho foi realizado com o intuito de conhecer, com base nalguns aspectos da fertilidade do solo, a produtividade vegetal a ele inerente e, a jusante, a potencialidade da produção animal a esta associada, promovendo o melhor e mais eficiente uso de todos os recursos passíveis de serem utilizados para alimentação, neste caso, de ruminantes, que não compitam directamente com a alimentação humana, como sejam o caso dos cereais e proteaginosas.

1.1. Objectivos

O objectivo deste trabalho foi caracterizar uma exploração agro-pecuária na região da Flandres, Bélgica, no que concerne à gestão alimentar de bovinos de raça com dupla aptidão – Kempens Roodbont, tendo em conta a análise bromatológica das pastagens e forragens de que os mesmos se alimentam ao longo do ano através dos seguintes passos:

- 1) Avaliar a produtividade das pastagens e forragens (ton MS/ha);
- 2) Analisar qualitativamente essa mesma produção;
- 3) Averiguar as diferenças entre a composição da forragem verde e conservada;
- 4) Comparar as disponibilidades de alimento com as necessidades alimentares dos animais;
- 5) Propôr algumas melhorias da exploração ao nível alimentar com base nos resultados obtidos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Considerações sobre agroecologia e biodiversidade

Uma abordagem agro-ecológica baseia-se na cooperação e imitação da natureza. Os princípios básicos de cultivo assentam na reciclagem de nutrientes (por exemplo, estrume e compostos para aumentar a matéria orgânica no solo), promoção de um solo saudável e naturalmente fértil, minimizando a perda de recursos (luz solar, água, solo) e estimulando a diversidade genética. Torna-se claro que o uso de pesticidas químicos, fertilizantes de síntese química ou OGM não é incluído nesta abordagem.

De modo a obter um sistema de gestão agrícola sustentável devem ser respeitados os sistemas e ciclos da natureza; manter-se e reforçar a saúde dos solos, da água, das plantas e dos animais incluindo o Homem e o equilíbrio entre eles; contribuir para um elevado nível de biodiversidade biológica; usar de forma responsável a energia e os recursos naturais, como a água, os solos, as matérias orgânicas e o ar e respeitar o bem-estar dos animais e as particularidades comportamentais de cada espécie. Esta visão holística está na base dos métodos de produção biológica que permitem a obtenção de produtos de elevada qualidade, a qual deve ser acompanhada de uma política de comércio e de preços justos. Os agricultores de todo o mundo têm direito a um preço justo e estável para os seus produtos em que todos os custos ambientais, sociais e de bem-estar animal são tidos em conta. A agroecologia tem em conta o impacto de toda a cadeia alimentar no ecossistema. A forma como os alimentos são distribuídos, processados, negociados deve ser justa. O consumidor assume a responsabilidade através das escolhas que faz: produtos da agricultura agroecológica, sempre que possível regional e produzidos na estação própria. Ele tem direito a alimentos saudáveis, mas também deve estar preparado para pagar um preço justo.

A biodiversidade é a variabilidade entre os organismos vivos e isso inclui diversidade dentro e entre espécies e ecossistemas. A biodiversidade é a fonte de muitos bens e serviços, tal como os alimentos, os recursos genéticos e as alterações na biodiversidade podem influenciar o abastecimento do sistema económico (Alcamo *et al.*, 2003). O MA (Millennium Assessment Reports, 2005) considerou a biodiversidade como uma condição necessária de entrada de todo o sistema económico e, na maioria dos casos, um maior nível de biodiversidade está associado a um maior suprimento do mesmo. De acordo com a MA (2005), a biodiversidade é uma variável de resposta que é afectada pelos factores de mudança global (por exemplo, clima ou mudança no uso da terra) e um factor que modifica processos ecossistémicos e de cariz económico e, indirectamente, o bem-estar humano (por exemplo, saúde, liberdade de escolha e de acção). As mudanças no bem-estar humano podem levar a modificações de práticas de gestão, com efeitos directos sobre processos ecossistémicos e biodiversidade (Figura 1). Embora o MA descreva uma relação unilateral entre biodiversidade e sistema económico, alguns autores consideram a biodiversidade como um serviço por direito próprio; por exemplo, como base do turismo

baseado na natureza (Van Wilgen *et al.*, 2008). No entanto, outros autores consideram que a biodiversidade pode ter papéis diferentes como regulador dos processos nos ecossistemas, como um serviço em si, ou como um bem (Mace *et al.*, 2012).

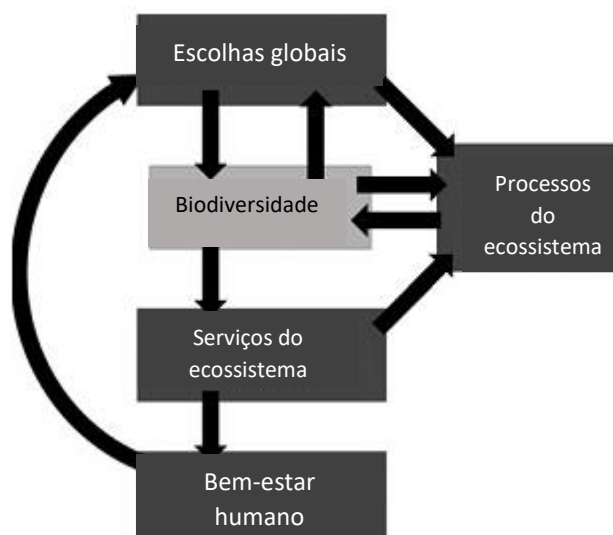


Figura 1. Inter-relações entre biodiversidade, ecossistemas e sistema económico (Adaptado de Millennium Assessment Reports, 2005)

Peringer *et al.* (2013) classificaram os sistemas silvopastoris como componentes tradicionais da paisagem nas Montanhas Jura da Suíça, sendo exemplo duma abordagem promissora para a gestão sustentável de áreas montanhosas em todo o mundo.

Os autores verificaram que uma componente de primordial importância para sustentar a produção de pastagens num ecossistema é a manutenção da matéria orgânica do solo (MOS), que pode ser fortemente influenciada pela gestão destas. Com efeito, muitas técnicas de manejo destinadas a melhorar a produção de forragem podem potencialmente aumentar a MOS, assim sequestrando carbono atmosférico. Vários dos 115 estudos analisados por Peringer *et al.* (2013) avaliaram a influência das melhorias nas práticas de manejo de pastagens e a conversão de terras agrícolas em pastagens em todo o mundo para avaliar o potencial de sequestro de carbono. As melhorias na gestão incluíram fertilização (39%), melhoramento de pastagens (24%), conversão para pastagens (15%) e vegetação nativa (15%), sementeira de leguminosas (4%) e de gramíneas (2%), introdução de minhocas (1 %) e irrigação (1%). O conteúdo e a concentração de carbono no solo aumentaram com a melhoria da gestão em 74% dos estudos realizados e o carbono de solo aumentou com todos os tipos de melhoria aplicados (Peringer *et al.*, 2013). As taxas de sequestro de carbono foram mais elevadas durante os primeiros 40 anos após o início dos tratamentos tendiam a ser maiores nos 10 cm superiores de solo com impactos mais relevantes nos biomas das florestas e pastagens relativamente à floresta, ao deserto, à floresta tropical ou aos biomas de mata. A conversão de pastagens, a introdução de minhocas e a irrigação resultaram nos maiores aumentos. As

taxas de sequestro de carbono por tipo de melhoria variaram de 0,11 a 3,04 ton C/ha.ano⁻¹ com uma média de 0,54 ton C/ha.ano⁻¹, e foram altamente influenciadas pelo tipo de bioma e clima. Peringer *et al.* (2013) concluíram que as pastagens podem actuar como um sumidouro de carbono significativo com o melhoramento da gestão das mesmas.

A sementeira de gramíneas e leguminosas, para além de aumentar a produção de forragem e o aumento da MOS geralmente resulta num aumento da produção de raízes e micorrizas (Robinson e Jacques, 1958, Prasad e Mukerji, 1980, Crawford *et al.*, 1996). Além disso, a introdução de leguminosas pode aumentar o teor de azoto no solo, aumentando a fertilidade deste, com impacto positivo na produtividade vegetal (Watson 1963, Vallis 1972, Boddey *et al.*, 1997). Lee e Dodson (1996) modelaram a influência da fertilização de pastagem no carbono do solo tendo observado que os solos de pastagem sequestraram 0,16 ton C/ha.ano⁻¹ com aplicação de 70 kg N/ha.ano⁻¹.

A alimentação dos animais ruminantes em regimes extensivos é baseada no uso de forragens naturais ou semeadas, consumidas directamente – pastoreio - ou conservadas sob a forma de feno ou silagem para posterior fornecimento durante os período de escassez alimentar. O pastoreio extensivo foi sugerido como a melhor forma de fomentar e proteger a diversidade nas pastagens em diversos casos de estudo (Hart, 2001; Pykala, 2003; Loucugaray *et al.*, 2004; Rook *et al.*, 2004; Tallowin *et al.*, 2005; Dumont *et al.*, 2007; Scimone *et al.*, 2007).

2.2. Produção forrageira

Como já foi referido, a alimentação dos animais ruminantes em regimes extensivos baseia-se na utilização de pastagens e/ou forragens conservadas sob a forma de feno ou silagem. Os termos erva ou forragem são utilizados para designar o conjunto dos alimentos cujas culturas forrageiras e as pastagens permitem obter para a alimentação animal (Moreira, 2002).

A produção potencial de matéria seca numa pastagem de clima temperado, com um *input* de 250 kg de azoto/hectare.ano⁻¹, varia entre menos de 10 e aproximadamente 18 toneladas/ha/ano, entre o norte e sul da Europa (Conway, 1992).

2.2.1. Pastagens

Uma pastagem consiste numa “Cultura ou comunidade de plantas, geralmente herbáceas, aproveitadas pelos animais em pastoreio, predominantemente no próprio local em que crescem e portanto sujeitas directamente à sua acção de preensão, ingestão (desfoliação), pisoteio e dejectação” (Moreira, 2002).

Humphreys (1978) considerou que a eficiência da produção pascícola depende de três componentes interrelacionadas:

- a) A taxa de crescimento ou de produção de matéria seca (MS) por unidade de factor ambiental (radiação, água e nutrientes do solo);
- b) A quantidade ingerida por unidade de pastagem formada;
- c) A quantidade de produto animal obtido por unidade de pastagem ingerida;

A quantidade ingerida por unidade de pastagem formada depende, nomeadamente, das espécies botânicas que a compõem, da sua composição químico-bromatológica e correspondente valor nutritivo. Chacon e Stobbs (1976) cit. Butterworth (1985) consideraram o tempo de pastoreio, o número de dentadas e o volume destas, os principais factores que determinam a ingestão em pastoreio, atribuindo ao volume da dentada a maior importância. Este é afectado negativamente pelo aumento da relação caule/folhas (Butterworth, 1985).

A relevância da ingestão em produção animal pode ser superior ao potencial de crescimento da erva (Minson, 1971 cit. Humphreys, 1978). Os acréscimos de produção obtidos em virtude do aumento da ingestão de alimentos, supõem geralmente um processo produtivo mais eficiente, já que os custos de manutenção diminuem proporcionalmente à medida que a produção aumenta (McDonald *et al.*, 1981).

2.2.2. Forragens

Entende-se por forragens ou culturas forrageiras as culturas de plantas herbáceas, geralmente anuais mas por vezes bienais ou vivazes, destinadas a serem colhidas pelo Homem antes da maturação completa, para alimentação dos animais em verde ou após conservação (Moreira, 2002).

A necessidade de conservar prende-se com a marcada sazonalidade na produção de erva nas regiões de clima temperado e / ou semi árido, em particular em regiões de sequeiro, não sendo suficiente para satisfazer as necessidades dos animais em determinadas alturas. Por outro lado, devido à elevada produção de erva durante os meses de Primavera/Verão, que o encabeçamento animal não consegue consumir na totalidade, é possível cortá-la e conservá-la para poder fornecê-la aos animais à *posteriori*.

2.3. Métodos de conservação de forragens

O princípio de qualquer método de conservação é o de transformar o mais rápido e com menores perdas possíveis, uma forragem verde, acabada de cortar, instável, numa forragem estável de forma a permitir a sua conservação por tempo prolongado sem que se verifique qualquer degradação ou diminuição acentuada na qualidade (Demarquilly, 1987). A conservação envolve, porém, modificações na composição química e física das plantas, as quais podem ter repercussões significativas no seu valor alimentar para ruminantes.

Dentre os métodos de conservação de forragens referem-se a fenação e a ensilagem pelo facto de serem estes os métodos de conservação mais comumente praticados nas explorações.

Nas condições climáticas das zonas temperadas, a forma menos arriscada de conservar erva é sob a forma de silagem. Existem dois factores relacionados com a silagem que podem influenciar mais a produção animal; a digestibilidade e a preservação do material ensilado.

2.3.1. Fenação

A fenação é o processo de secagem e acondicionamento da forragem, em condições naturais, através da energia solar. Durante este processo, a humidade da forragem deverá baixar para valores inferiores a 15%, o mais rapidamente possível, de modo a que haja inactivação das enzimas da planta e para que não ocorra o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que venham alterar a qualidade da forragem.

O processo de secagem começa logo que a planta é cortada. A rapidez com que é realizada depende das diferenças de pressão de vapor de água existentes entre o ar ambiente e o interior da planta (Sullivan, 1973; Wilkins, 1988), sendo esta diferença de pressão de vapor altamente dependente da temperatura, da concentração de substâncias dissolvidas, do movimento da água dentro dos tecidos da planta e do movimento do ar (Sullivan, 1973).

A perda de água das plantas realiza-se através dos estomas e da cutícula. Após o corte os estomas abrem, permitindo uma rápida saída de água por evaporação. Os estomas fecham-se quando cerca de 1/3 da humidade se perdeu, passando então o vapor de água a sair através da epiderme e da cutícula (Wilkins, 1988). Esta última fase de secagem é bastante mais lenta uma vez que a resistência oferecida pela epiderme e cutícula é cerca de 8 vezes superior à oferecida pelos estomas (Hall e Jones, 1961 cit. Demarquilly, 1985). A perda de água é igualmente bastante mais rápida nas folhas que nos caules (Jones, 1979) devido à maior relação superfície/volume das folhas, e consequente área de evaporação, e à localização mais superficial da água, facilitando assim o movimento desta. O condicionamento dos caules, isto é, a passagem da planta entre dois rolos lisos ou canelados (gadanheiras condicionadoras) de forma a comprimi-los e a rasgá-los, é uma das técnicas mais vulgarmente utilizadas para acelerar a secagem. Tem o grande inconveniente de originar perdas consideráveis de biomassa, devido ao manuseamento excessivo a que as plantas são sujeitas e à lixiviação dos nutrientes quando em condições de pluviosidade acentuada (Cabon, 1987). O reviramento da forragem no campo é uma operação que frequentemente se realiza e que possibilita igualmente a redução do tempo de secagem (Sullivan, 1973; Jones e Harris, 1980; Cabon, 1987).

2.3.1.1. Alterações e perdas ocorridas na fenação

Os processos de secagem, recolha e armazenamento das forragens provocam modificações mais ou menos intensas no material vegetal. Estas modificações são causadas, durante a secagem e recolha, por acção das enzimas da própria planta, pelas operações mecânicas a que a forragem é sujeita e por lixiviação. Durante o armazenamento, se a matéria seca do feno não for suficientemente alta (85%), há alterações por respiração das plantas e por ataque microbiológico (Guinebretiere *et al.*, 1984). Todos estes factores influenciam negativamente os componentes mais digestíveis das forragens (hidratos de carbono solúveis e matérias azotadas) e provocam um aumento da concentração dos constituintes parietais.

Após o corte, a planta continua a respirar. A respiração é tanto mais prolongada quanto mais elevadas forem o teor de água da planta e a temperatura exterior (Wood, 1972). Durante esta fase verifica-se um decréscimo apreciável teor de açúcares solúveis, sobretudo glucose, frutose e sacarose e decréscimos variáveis de amido, frutanas e ácidos orgânicos (Dias Correia, 1983). Observa-se igualmente um intenso catabolismo das proteínas, com libertação de péptidos e aminoácidos sendo estes ainda metabolizados a amidas e a prolina se a secagem for extremamente lenta (Melvin e Simpson, 1963). Os teores em pro-vitaminas A e D são igualmente afectados, por acção enzimática, durante a secagem. O caroteno, precursor da vitamina A, é instável ao ar e à luz sofrendo uma diminuição considerável pela acção da lipoxidase. Uma lenta secagem a 37°C pode destruir cerca de 80% do caroteno (Sullivan, 1973). A rápida secagem vai, pelo contrário, inactivar as enzimas, impedindo assim a sua destruição. A vitamina D, pelo contrário, quase não ocorre nas forragens verdes. Porém, durante a secagem, por influência do sol, o seu valor aumenta (Sullivan, 1973).

As operações mecânicas a que as forragens são submetidas no início e durante o processo de secagem (corte, condicionamento, reviramento, encordoamento) e o enfardamento, provocam diminuição de material vegetal, tanto mais acentuada quanto mais seca estiverem as plantas. As folhas são as partes mais afectadas, uma vez que secam mais rapidamente que os caules tornando-se mais frágeis. Sendo as folhas as partes mais ricas em azoto, minerais e vitaminas, a sua perda irá provocar uma diminuição acentuada destes nutrientes. As perdas mecânicas podem atingir 15 a 20% da MS e são mais acentuadas nas leguminosas que nas gramíneas (Demarquilly, 1991).

A chuva, principalmente quando a forragem se encontra em avançado estado de secagem, provoca, por lixiviação, uma diminuição acentuada dos compostos solúveis, principalmente dos glúcidos solúveis, dos compostos azotados e de certos minerais e vitaminas (Demarquilly, 1987). A lixiviação é bastante mais acentuada em forragens condicionadas. No caso de fenos com baixo teor de humidade (< 15%), quase não ocorrem modificações durante o armazenamento. Porém, se a humidade do feno for elevada,

durante o armazenamento podem ocorrer modificações significativas devido à actividade de microrganismos aeróbios e anaeróbios e devido à respiração das plantas que ainda se pode fazer sentir.

Sullivan (1973) observou que mesmo os melhores fenos perdem alguma qualidade durante a secagem no campo: de 4 a 15% por respiração; 2 a 5% na fragmentação das folhas em fenos de gramíneas e 3 a 25% em fenos de leguminosas; 5 a 14% por lixiviação pela chuva.

2.3.2. Ensilagem

A ensilagem é um método de conservação de forragens sob a forma húmida que exige:

- 1) A criação de condições anaeróbias no silo, de forma a limitar a respiração das plantas e inibir o desenvolvimento da flora aérobica (fungos e bactérias) cuja actividade provoca a putrefacção do material vegetal;
- 2) A criação de um meio ácido de forma a inibir ou reduzir a actividade das enzimas proteolíticas das plantas e de microrganismos indesejáveis, particularmente bactérias do género *Clostridium* (Demarquilly, 1986).

Na prática, as condições anaeróbias são conseguidas pelo armazenamento das forragens em silos, hermeticamente fechados, cujo enchimento deverá ocorrer o mais rapidamente possível. A forragem deverá ser previamente cortada em pequenos troços e fortemente compactada para facilitar a eliminação do ar. A acidez do meio é conseguida por acção de bactérias lácticas, as quais estão presentes em pequenas quantidades no material vegetal após o corte mas que se multiplicam rapidamente em condições favoráveis (anaerobiose e disponibilidade em açúcares) originando como principal produto final o ácido láctico.

O valor de pH que é necessário atingir para estabilizar uma silagem depende do teor de água da forragem. Weissbach *et al.*, (1974) cit. Wilkins (1988) referem valores de pH=5 em forragens com 50% de MS e valores de pH=4,1 em forragens com 15% de MS. Um baixo teor de humidade numa forragem origina elevadas pressões osmóticas, as quais inibem a actividade dos microrganismos, incluindo a das bactérias clostrídicas (Tamminga *et al.*, 1991).

O teor de açúcares solúveis, principais substratos fermentescíveis, e a capacidade tampão das plantas são ainda factores que determinam a maior ou menor facilidade com que uma forragem é conservada sob a forma de silagem (McDonald e Whittenbury, 1973). As leguminosas são normalmente mais difíceis de ensilar do que as gramíneas pois contêm teores mais baixos de açúcares solúveis (Jarrige *et al.*, 1995) e mais elevada capacidade tampão (McDonald e Whittenbury, 1973).

A pré fenação, isto é, a secagem prévia das plantas até valores de matéria seca superiores a 30%, é prática vulgarmente utilizada na realização de silagens a partir de forragens com elevados teores de

humidade. A probabilidade de sucesso da ensilagem aumenta consideravelmente desta forma, ao mesmo tempo que são diminuídas ou mesmo anuladas as descargas de efluentes, altamente poluidoras, que ocorrem normalmente em silagens sem pré fenação (Woolford, 1984).

As dificuldades na ensilagem duma forragem podem ser ultrapassadas estimulando a fermentação láctica ou inibindo quimicamente a actividade microbiana indesejável. Uma vez que as forragens verdes contêm uma população bastante baixa de bactérias lácticas epifíticas, a junção de culturas destes organismos é outra forma de promover a fermentação láctica, desde que exista substrato fermentescível disponível. Como estimulantes da fermentação láctica são utilizados açúcares que potencializam o crescimento das bactérias lácticas. Como consequência, haverá uma mais rápida e efectiva acidificação do meio. Os melaços são as fontes de açúcar mais correntemente utilizadas para este fim devido ao seu baixo custo e ao elevado teor de hidratos de carbono solúveis que contêm (cerca de 50%) (McDonald e Whittenbury, 1973). Entendem-se por estimulantes, ainda, as enzimas celulolíticas e hemicelulolíticas que são adicionadas à forragem com o objectivo de quebrar a estrutura da celulose e das hemiceluloses, assegurando quantidades adequadas de hidratos de carbono facilmente fermentescíveis (Henderson e McDonald, 1977; Mchan, 1986; Van Vuuren *et al*, 1989). Como inibidores da actividade microbiana são utilizados ácidos orgânicos (fórmico, propiónico, acético) ou ácidos inorgânicos (clorídrico, sulfúrico) que provocam uma rápida acidificação do meio inibindo o crescimento microbiano.

Relativamente ao feno, a silagem tem a vantagem de não estar dependente das condições climáticas sendo, por esta razão, possível recolher as forragens na melhor fase do corte (maior valor nutritivo/ kg MS). Segundo Demarquilly (1973) esta fase é, nas gramíneas, o início do espigamento e nas leguminosas o abotoamento. Tem ainda as vantagens de necessitar de um menor volume de armazenamento, a sua distribuição poder ser facilmente automatizada e os desperdícios são menores que os observados nos fenos. Como desvantagens relativamente ao feno são de realçar a maior exigência em infra estruturas e “know how”, as maiores perdas ocorridas durante o armazenamento, o desenvolvimento de odores indesejáveis e os menores teores de vitamina D, principalmente em silagens sem pré fenação (Logan e Lister, 1971).

Alguns ensaios referem os efeitos da digestibilidade da erva conservada na produção de leite e carne. Num estudo realizado em Moorepark, com vacas de leite na fase final da lactação, os resultados obtidos indicaram que a silagem obtida de erva cortada após períodos de crescimento de 6, 9 e 12 semanas, apresentava digestibilidades da matéria seca de 76, 63 e 59%, respectivamente. A produção de leite dos animais alimentados com a silagem de pior digestibilidade foi apenas 72% da produção dos animais alimentados com a silagem de melhor digestibilidade tendo sido necessário suplementá-los com pelo menos 3,5 kg de concentrado/vaca/dia para igualar a produção de leite à dos animais que receberam silagem com melhor digestibilidade (Conway, 1992).

Já em pesquisas com animais de engorda, observou-se que animais alimentados com silagem com 75% de digestibilidade da matéria seca tiveram ganhos de peso três vezes superiores aos de animais alimentados com silagem de 60% de digestibilidade. Em termos de eficiência alimentar, a silagem com 75% de digestibilidade da matéria seca permitia a obtenção de 57 kg de peso de carcaça por tonelada de matéria seca, enquanto a silagem com 60% de digestibilidade conduzia a apenas um aumento de 22 kg de peso de carcaça, ou seja, 17 versus 45 kg de matéria seca ingerida/ kg de carcaça produzido (Conway, 1992).

A diferença entre o feno e silagem traduz-se também no teor de vitaminas. Enquanto o caroteno no feno pode ser completamente degradado, mantém-se melhor na silagem. Pelo contrário, a vitamina D só se pode formar sob a influência da luz e do sol; ela atinge, pois, os valores mais altos no feno seco ao sol, com boas condições climáticas.

No que concerne à prevenção de infecções de helmintes intestinais, a ensilagem é um processo mais eficaz devido às fermentações ocorridas até o processo de estabilização da silagem estar concluído.

2.3.2.1. Alterações e perdas ocorridas na ensilagem

O valor nutritivo de uma silagem depende em primeiro lugar das espécies vegetais ensiladas e do seu estado de desenvolvimento e em segundo lugar das alterações que ocorrem durante a fermentação microbiana no silo (McDonald *et al.*, 1981). As modificações observadas na forragem devido à ensilagem resultam das transformações bioquímicas provocadas por acção enzimática de origem vegetal e microbiana e pelas perdas físicas resultantes da acção mecânica e da lixiviação durante a fase de pré ensilagem (corte, secagem quando é sujeita a pré-fenação, transporte e enchimento do silo) e ainda, por saída de efluentes.

2.4. Valor alimentar das forragens

A resposta produtiva dos animais ao consumo total de uma forragem define o valor alimentar dessa forragem (Ulyatt, 1981) o qual inclui, o valor nutritivo por unidade de massa (Demarquilly, 1989) e as quantidades ingeridas pelo animal quando o alimento é distribuído *ad libitum* (ingestibilidade) (Corbett e Freer, 1995).

O valor alimentar das forragens é variável, dependendo de numerosos factores nomeadamente os referentes à planta: família, género, espécie, fase de desenvolvimento, interacção entre espécies, factores edafo-climáticos: clima, tipo de solo, fertilizações e factores ligados ao animal: espécie, estado fisiológico (Palma, 1988), nível de produção, nível de ingestão, tempo de retenção do alimento no rúmen e frequência das refeições (Borba, 1992).

De todos os factores de variação referidos é a fase de desenvolvimento da planta e a família botânica a que pertence que mais influenciam o valor alimentar das forragens pois vão definir a composição morfológica destas (Jarrige *et al.*, 1995).

As plantas diferem umas das outras na capacidade de absorção de nutrientes, tanto a nível qualitativo como quantitativo. O mesmo se verifica com diferentes variedades da mesma espécie vegetal. Em consociações de leguminosas e gramíneas, por exemplo, as leguminosas são sempre mais ricas em azoto, cálcio e magnésio, enquanto as gramíneas absorvem mais facilmente potássio. As plantas jovens absorvem rápida e intensamente os elementos minerais. A sua proporção, em relação à matéria seca, é então máxima, diminuindo a absorção durante o crescimento devido ao predomínio crescente de glúcidos que se vão sintetizando. Relativamente ao solo, destacam-se factores como a textura, o pH e as interacções iónicas.

O coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica de uma forragem é a proporção dessa matéria orgânica consumida que desaparece no tracto digestivo e, como tal, define quantitativamente a sua disponibilidade por unidade de alimento ingerido. Por esta razão é o principal componente do valor nutritivo (Beever *et al.*, 2000). Pode variar, em geral, entre 85 e 52%, verificando-se uma tendência para uma diminuição do início para o fim do ciclo vegetativo (Abreu *et al.*, 2000).

As características das forragens conservadas dependem daquelas das forragens verdes na altura do corte tendo em conta as perdas e as modificações sofridas durante a colheita e o processo de conservação. A composição química duma forragem reflecte a estrutura histológica e morfológica da planta (Demarquilly, 1989) sendo bastante mais simples e reprodutiva que a composição morfológica (Jarrige *et al.*, 1995). Uma consequência imediata da composição química da forragem é o seu valor alimentar. Segundo Abreu (1984), o valor alimentar de um alimento define-se pelo produto da sua ingestibilidade pelo seu valor nutritivo. Se o conceito de ingestibilidade se define facilmente como a quantidade de alimento ingerido, por unidade de tempo e de peso metabólico animal, o mesmo não se passa com o valor nutritivo. Este depende da sua disponibilidade em energia e nutrientes para satisfazer um determinado nível de exigência nutricional, sendo frequentemente avaliado através da sua digestibilidade (Van Soest, 1982; Abreu, 1984). Desta forma, é comum expressar-se o valor alimentar em quantidade de matéria seca ou orgânica digestível, ingerida por unidade de tempo e de peso metabólico. No entanto, dada a estreita relação entre a digestibilidade e o valor energético de um alimento (Raymond, 1965; Abreu, 1984), a determinação daquela torna-se necessária para se estimar o valor energético da forragem a partir de modelos de regressão. A caracterização do valor alimentar das forragens depende, portanto, do conhecimento da ingestibilidade e da digestibilidade do material vegetal.

A digestibilidade das forragens relaciona-se negativamente com a proporção da parede celular nos tecidos vegetais. Esta relação causa-efeito é aparente e depende dos componentes da parede, nomeadamente da proporção de lenhina (Raymond, 1965; Jarrige, 1981; Van Soest, 1982; Jung e Vogel, 1986; Demarquilly, 1989). Como factores responsáveis pela variação percentual da fracção digestível do alimento, e particularmente de alimentos de origem vegetal, poderemos considerar: os inerentes à própria planta (género, espécie, estado de maturação), os factores climáticos ou ambientais, o tipo de solo e o efeito da fertilização.

O estado de maturação da planta é o factor mais importante, afectando a composição e o valor nutritivo da mesma. À medida que a planta cresce, aumentam as suas necessidades de tecidos de suporte bem como a percentagem de hidratos de carbono parietais (celulose, hemicelulose e lenhina). A fracção de lenhina é, em termos bioquímicos, de grande complexidade e em termos nutritivos praticamente indigestível, pelo que o teor em lenhina está negativamente correlacionado com a digestibilidade. Relativamente à espécie, as leguminosas são mais ricas em proteína e minerais do que as gramíneas e o seu valor nutritivo decai mais lentamente com o avançar do estado fenológico. (McDonald *et al.*, 1986).

A aplicação de fertilizantes, embora de maneira indirecta, será também responsável por variações da digestibilidade das forragens, através do conteúdo mineral das plantas. A aplicação de adubos azotados aumenta a percentagem de proteína bruta das plantas. Segundo Church (1977), em pastagens que tenham uma composição botânica mista, observa-se uma resposta diferente à aplicação de nutrientes. Por exemplo as gramíneas respondem melhor a uma adubação azotada do que as leguminosas enquanto o oposto se verifica mediante uma adubação fosfatada. Contudo, o favorecimento das gramíneas, constitui uma causa indirecta da diminuição do conteúdo em cálcio, cobre e, por vezes, também em magnésio e azoto das forragens com consequências na digestibilidade da forragem. A deficiência em fósforo na dieta provoca diminuição na digestibilidade, o que pode ser devido à redução da actividade microbiana (Breves e Holler, 1987). Assim, ao alterar-se a composição vegetativa de um pasto alterar-se-á a sua fracção digestível.

A interferência da lenhina na degradação dos polissacáridos estruturais manifesta-se do ponto de vista físico e químico. A lenhina pode constituir uma barreira física que dificulta a aderência de enzimas e/ou bactérias às cadeias carbonadas (Akin, 1979, cit. Jarrige, 1981).

A celulose e a hemicelulose também podem afectar a digestibilidade da forragem. Kamstra *et al.* (1958 cit. Raymond (1965) refere que com a maturação das plantas, a celulose adquire uma forma cristalina de menor digestibilidade.

Outros componentes da parede podem afectar a digestibilidade das forragens, como a sílica, a cutina (Van Soest, 1982) e os ácidos fenólicos (Akin e Chesson, 1989).

2.4.1. Factores edafo-climáticos

Os factores ambientais que afectam o crescimento das forragens influenciam grandemente a qualidade das mesmas, devido à influência da luz, humidade e temperatura nas modificações que ocorrem nos glúcidos vegetais, segundo a latitude geográfica em que o mesmo alimento se produz, assim o seu aproveitamento digestivo pode ser diferente. As diferenças na temperatura, luminosidade, irradiação, humidade, excesso e falta de água, afectam a digestibilidade das forragens. De um modo geral a digestibilidade da matéria seca decai cerca de 6,4 g/kg por cada 1°C de aumento de temperatura (Vaz Portugal e Ramalho Ribeiro, 1984).

Em termos gerais, nas regiões temperadas, a digestibilidade da matéria seca é maior na Primavera, decai e atinge um valor baixo no fim do Verão, aumentando ligeiramente no Outono e diminuindo novamente no Inverno (Purser, 1981; Takahashe *et al.*, 1984; Wilson e Hacker, 1987).

É de referir que, de forma geral, a absorção mineral aumenta em função da humidade do solo, dentro de certos limites. Há que ter em conta que a água é requerida pela planta para a produção de glúcidos, para manter a hidratação do protoplasma e como veículo de transporte dos nutrientes absorvidos pela raiz. Estes processos tendem a ser afectados negativamente ao diminuir a humidade do solo. Isto explica, à parte da lixiviação, o maior esgotamento das reservas do solo em climas húmidos.

Segundo McGrow e Wall (1989), a digestibilidade e o teor de minerais decaem quando chove na estação seca devido a mecanismos de lixiviação, arrastando os nutrientes mais solúveis (mais digestíveis) e por fornecimento de humidade necessária à proliferação de fungos e bactérias que degradam o material vegetal. Wilman e Mzamane (1986) referiam que com a chuva verifica-se uma redução acentuada dos níveis de K e Na na planta.

2.4.2. Factores inerentes ao animal

Blaxter *et al.* (1961) cit. Conrad *et al.* (1963) observaram que a quantidade de forragem ingerida por ovinos é determinada, não só pela capacidade do seu tracto digestivo mas também por factores físicos do alimento; a digestibilidade e a velocidade através do tracto digestivo regulam mais o apetite do que os factores fisiológicos. O tempo de ingestão de alimentos por um ruminante varia entre 4 a 12 horas diárias, alternando com períodos de ruminação de 8 a 10 horas, os quais aumentam com a maturação da planta (Jarrige, 1980).

Se a gramínea na vizinhança de dejetos dos animais não é pastoreada, verificar-se-á o aparecimento ao longo da pastagem de cada vez mais área com erva alta. Isto resultará num decréscimo do valor nutritivo da pastagem no seu todo, se esta erva alta não for removida (Conway, 1992).

A taxa de utilização digestiva dos alimentos varia em função da espécie a que este se destina, consequência das particularidades anatómicas e fisiológicas da digestão nos animais.

De acordo com Church (1970), a vaca digere as forragens secas em maior extensão do que as ovelhas, enquanto estas apresentam uma maior eficiência na utilização de concentrados. Antoniou e Hadjipanayiotou (1985) concluíram que a digestibilidade de forragens de média e boa qualidade é sensivelmente igual em ovinos e caprinos, mas que as forragens de pior qualidade são melhor aproveitadas pelos caprinos devido à sua filogenia e, portanto, adaptação a condições mais rústicas. Focant *et al.* (1986) observaram que a fauna ruminal dos caprinos é duas vezes mais abundante do que a dos ovinos, $4,2$ vs. $2,4 \times 10^5$ protozoários/mL.

O encabeçamento também interfere na digestibilidade das forragens, a qual aumenta com o aumento do mesmo. Ao diminuir o encabeçamento, o material senescente aumenta, conduzindo a uma diminuição da qualidade da pastagem, mas por outro lado o encabeçamento excessivo pode levar ao desaparecimento das espécies vegetais mais digestíveis e palatáveis devido ao sobrepastoreio. Contudo, Duru e Gibson (1989) referiam que as parcelas pastoreadas apresentam digestibilidade superior à das não pastoreadas, devido à melhoria da razão caule:folha.

Conforme já referido, o outro componente do valor alimentar das forragens é a ingestibilidade, a qual explica cerca de 50% da variabilidade observada naquele índice (Ulyatt, 1981). A estreita dependência das quantidades ingeridas, da qualidade da forragem, conduziu a que se admitisse uma relação positiva entre a digestibilidade e ingestibilidade (Blaxter, 1964 cit. ARC, 1980). No entanto, não existe entre estes dois parâmetros uma relação de causa – efeito. Os factores limitantes da ingestibilidade de um alimento são a taxa de degradação a que se sujeita no retículo – rúmen e o ritmo de passagem do resíduo indigestível para o omaso (Freer, 1981). Estas taxas e fluxos dependem fundamentalmente da quantidade e qualidade de parede celular (Van Soest, 1982). Assim, os modelos de regressão para a estimativa da ingestibilidade, passaram a considerar a composição do alimento, nomeadamente, a proporção de parede celular na matéria seca (NRC, 1987).

A ingestibilidade das forragens pode variar entre 30 e 140g MS/kg^{0,75} diminuindo ao longo do ciclo vegetativo com a maturação da planta a taxas de 0,41 a 0,85g MS/kg^{0,75}.dia⁻¹ (Demarquilly, 1989). Numa comparação entre gramíneas tropicais e temperadas, Minson (1981) demonstrou que o nível de ingestibilidade das gramíneas C4, com cerca de 56g MS/kg^{0,75}, é inferior ao manifestado com gramíneas temperadas com 71g MS/kg^{0,75}. Segundo este autor, a reduzida ingestibilidade daquelas espécies está associada ao elevado teor em fibra e ao seu tempo de permanência no retículo-rúmen.

Por cada 100 unidades de carbono de matéria orgânica ingerida por um animal/dia, uma proporção substancial (aproximadamente 70%) é devolvida para a atmosfera em forma de dióxido de carbono (CO₂) por via da respiração. Em contraste, por cada 100 unidades de azoto ingerido, uma proporção similar (cerca de 70%, diminuindo com um rácio elevado de C:N) é excretada para a superfície do solo

sob a forma de urina. Apenas cerca de 25% da matéria orgânica ingerida da vegetação permanece no ecossistema com carbono acoplado de azoto em forma de matéria orgânica que é restituído ao solo sob a forma de fezes. (Parsons *et al.* s/data).

2.5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FORRAGENS

Os nutrientes das forragens são normalmente classificados em dois grandes grupos, conteúdo celular e paredes celulares (Van Soest, 1967). No conteúdo celular englobam-se os açúcares e outros hidratos de carbono não estruturais, o azoto proteico e não proteico e uma pequena quantidade de lípidos e minerais. Esta fracção, que nas plantas jovens pode atingir 70% da MS (Beever, 1993), diminui com a maturação à medida que a proporção de paredes celulares e o seu grau de lenhificação aumenta (Jarrige e Minson, 1964) e considera-se como sendo extensamente digerida no tracto digestivo dos ruminantes, ocorrendo toda ou quase na totalidade a sua digestão no retículo- rúmen (Beever, 1993). As paredes celulares consistem principalmente de hidratos de carbono estruturais (hemiceluloses, celulose e pectinas) e lenhina. A celulose representa em média cerca de 50% do total das paredes (Jarrige, 1963) e é formada por unidades de glucose ligadas entre si por ligações β 1-4, formando cadeias lineares dispostas paralelamente. As hemiceluloses representam em média 30 a 40% das paredes celulares (Jarrige, 1963). A sua estrutura é bastante complexa pois contém pentoses (arabinose-xilose), hexoses (glucose, manose, galactose) e ácidos urónicos. As gramíneas e as leguminosas têm idênticas quantidades de celulose. Relativamente às hemiceluloses o seu teor e a sua digestibilidade são bastante mais baixos nas leguminosas que nas gramíneas (Van Soest, 1967).

A avaliação de uma espécie forrageira deve passar pela caracterização da sua composição química e valor alimentar, numa perspectiva de utilização pelo animal ruminante. O conhecimento da composição química implica a determinação dos nutrientes constituintes da forragem e a identificação de factores limitantes a nível nutricional. Considerámos assim os componentes minerais, os constituintes citoplasmáticos e os constituintes da parede celular.

2.5.1. Composição mineral

De acordo com Underwood (1981) 22 elementos minerais são considerados essenciais para a vida dos animais, sendo sete classificados como macronutrientes minerais – cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S) – e quinze elementos traços ou micronutrientes minerais – ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), cobalto (Co), molibdénio (Mo), selênio (Se), crómio (Cr), vanádio (V), flúor (F), sílicio (Si), níquel (Ni), arsénio (As), estanho (Sn).

As concentrações de minerais nas plantas forrageiras são variáveis, pois dependem da espécie, época do ano, da quantidade do elemento no solo, do tipo de solo e as suas condições (pH, humidade, entre outros) que afectam a sua disponibilidade para a planta.

No que se refere à composição mineral de uma espécie forrageira, são particularmente relevantes os macronutrientes Ca e P pela sua importância em nutrição animal. Estes elementos são dos constituintes minerais mais importantes do tecido animal e em particular do tecido ósseo, onde o Ca pode atingir concentrações de 110 a 200 g/kg (ARC, 1980). Em relação ao seu PV, os ovinos (45 kg PV) apresentam cerca de 9 a 13,6 g Ca/kg PV e 5,1 a 7,4 g P/kg PV, enquanto 1 kg de leite de vaca doseia 1,13 a 1,20 g Ca e 0,90 a 1,40 g de P (ARC, 1980; Gueguen *et al.*, 1988).

O teor em Ca decresce com a idade da planta (Fleming, 1973), o que é também característico das gramíneas C4 (Jones, 1985). O decréscimo verificado depende do desenvolvimento da planta, que implica o aparecimento ou aumento de importância de órgãos com menor teor em Ca. O teor em Ca decresce sucessivamente das folhas para as bainhas, caules, panículas e grão (Jacques *et al.* 1975, cit. Jones, 1985). O fósforo apresenta a mesma tendência decrescente com a maturação da planta (Fleming, 1973; Jones, 1985). Este comportamento resulta do declínio da relação citoplasma / parede celular e da diminuição da importância de tecido meristemático muito rico em fósforo (Jones, 1985).

O uso excessivo de adubação azotada e fosfatada pode provocar deficiência de magnésio, enquanto o excesso de potássio pode reduzir drasticamente o teor de sódio das forrageiras. O uso de calcário em níveis elevados pode atenuar a toxicidade de Mo e Se para os animais por aumentar as concentrações destes elementos nas plantas e, ao mesmo tempo favorecer as deficiências de Co e Mn, devido a uma redução na absorção desses minerais pelas plantas (McDowell, 1999). Alguns minerais podem ocorrer em maior quantidade na água dependendo da região como por exemplo, águas calcárias possuem elevados níveis de cálcio que podem interferir na absorção de fósforo e zinco. Além disto, águas salobras com elevados teores de sódio, diminuem o consumo de minerais e, conseqüentemente, podem levar a deficiências destes.

Os ruminantes podem também ingerir minerais através do solo, seja acidentalmente ou por uma deficiência mineral, alotrofagia, caracterizada por uma perversão do apetite, que induz a ingestão de materiais estranhos à sua dieta normal. A ingestão acidental de solo pode chegar a 20% da matéria seca, sendo favorecida quando os solos possuem uma estrutura e drenagem deficiente, elevada carga animal ou durante um reduzido crescimento dos pastos (época da seca) (McDowell, 1999). Esta ingestão de solos pode ocasionar deficiência de Cu devido à elevada ingestão de Mo e Zn presentes no solo e outros antagonistas do Cu (Suttle *et al.*, 1975). As exigências de minerais em bovinos variam de acordo com o tipo e nível de produção, a idade do animal, a raça e o grau de adaptação dos animais, o nível e a forma química do mineral no alimento e suas relações com os outros nutrientes da dieta (McDowell, 1999).

No terço final de gestação as necessidades minerais aumentam exponencialmente em virtude do crescimento fetal e produtos da concepção (placenta, útero e fluído fetal).

2.5.2. Constituintes citoplasmáticos

De entre os constituintes citoplasmáticos destacam-se as substâncias azotadas, os glúcidos solúveis e o amido. O facto de não se considerarem, normalmente, na caracterização qualitativa, os lípidos e os ácidos orgânicos, deve-se à sua reduzida expressão na biomassa forrageira. Estes constituintes apresentam uma digestibilidade total (glúcidos solúveis) ou quase total (proteína bruta e amido), a qual depende apenas da taxa de digestão e de passagem pelo tracto digestivo (Van Soest, 1982; Abreu, 1984; Demarquilly e Andrieu, 1988).

Glúcidos não estruturais

Nas gramíneas das regiões temperadas os principais polissacáridos de reserva são as frutanas (10 a 25% da matéria seca), que se acumulam na base dos caules e bainha das folhas. Smith (1973) e Van Soest (1982) referiam, para gramíneas C3, concentrações em glúcidos solúveis entre 11 e 35%.

Os glúcidos não estruturais sofrem variações ao longo do ciclo vegetativo das gramíneas, atingindo uma concentração máxima na fase que antecede o espigamento (Smith, 1973). Ao longo do dia a sua acumulação é máxima durante a tarde, diminuindo a partir daí para atingir os valores mais baixos ao princípio da manhã.

A acumulação de glúcidos não estruturais é prejudicada por condições de radiação reduzida, temperatura alta, stresse hídrico e elevada absorção de azoto pela planta (Smith, 1973; Jarrige, 1981; Walton, 1983). Condições de radiação reduzida afectam o processo fotossintético e, consequentemente, a produção de hexoses destinadas a participar no metabolismo intermédio das plantas. O stresse hídrico tem o mesmo efeito pois, ao conduzir ao fecho dos estomas, provoca uma diminuição da concentração de CO₂ nas folhas afectando a sua capacidade fotossintética. Também se verifica que temperaturas elevadas implicam uma maior actividade respiratória, consumidora de hidratos de carbono. Por último, um consumo elevado de azoto estimula o crescimento, aumentando a proporção de parede celular e a síntese proteica. Estes processos são consumidores de energia e cadeias carbonadas, sendo suportados pelos glúcidos não estruturais.

A desfoliação, e consequentemente a frequência de corte e/ou pastoreio, tem igualmente reflexo nos glúcidos não estruturais da planta. A eliminação do equipamento fotossintético (folhas) implica o consumo de reservas energéticas durante o período de tempo de recuperação da área foliar (Jones, 1985). Nas gramíneas C3 e C4, o nível de hidratos de carbono não estruturais decresce durante a semana pós-

desfoliação, só recuperando após 3 a 5 semanas (Ehara *et al.*, 1967; Steinke e Booyren, 1968; Bartholomew e Booyren, 1969, cit. Jones, 1985).

A importância dos glúcidos não estruturais para a alimentação animal tem a ver com a elevada eficiência com que são utilizados nos compartamentos digestivo e metabólico. São nutrientes de elevada digestibilidade e proporcionam, por via fermentativa no rúmen, produções de ácidos gordos voláteis enriquecidos em ácido propiónico. A nível do metabolismo animal, o ácido propiónico é utilizado com elevada eficiência na lipogénese, favorecendo deste modo as funções de crescimento e engorda.

Substâncias azotadas

O azoto é um elemento essencial para todos os seres vivos. Para além de fazer parte da estrutura de todas as proteínas e de moléculas tão importantes como as purinas e as pirimidinas, entra na constituição dos ácidos nucleicos, básicos para a síntese proteica.

As substâncias azotadas vêm normalmente expressas em proteína bruta (PB), embora esta seja uma estimativa grosseira do valor proteico de forragem. A estimativa da proteína bruta e a sua inclusão nos constituintes citoplasmáticos é algo passível de discussão. O processo de obtenção desta fracção, multiplicação do teor em azoto pelo factor 6,25, assume erradamente que todo o azoto é proteico e que toda a proteína tem 16% de azoto. De facto, a proteína verdadeira apenas constitui, nas gramíneas de crescimento rápido, 75% a 90% de proteína bruta total (Lyttleton, 1973). Para além disso, nem todo o azoto se encontra no citoplasma da célula. Parte do azoto total encontra-se ligado à fibra (5-10% do azoto total segundo Van Soest, 1967, cit. Abreu, 1984) ou combinado com hidratos de carbono (compostos Maillard), pelo que é parcialmente indigestível (Van Soest, 1982). Outros aspectos que não são quantificados pela medida da proteína bruta, referem-se à sua degradabilidade, às perdas que se podem verificar através do NH_3 produzido no rúmen e no local do aparelho digestivo do ruminante em que é utilizado o azoto (ARC, 1980; Van Soest, 1982; Demarquilly, 1989).

O animal ruminante, embora habilitado a tirar partido de formas simples de azoto (azoto não proteico), dada a capacidade de síntese proteica dos microrganismos do rúmen, apresenta exigências mínimas que lhe garantam um balanço azotado positivo e não afectem a capacidade de ingestão.

A concentração proteica diminui ao longo do ciclo vegetativo com a idade da planta, o que resulta da diminuição de proporção de folhas e do aumento de percentagem da parede celular no tecido vegetal (Hegarty e Peterson, 1973; Lyttleton 1973; Minson, s/data). Este decréscimo é acentuado no início do ciclo vegetativo no caso das gramíneas tropicais (Minson, s/data; Bogdan, 1977). Demarquilly (1989) indicou como intervalo médio para as gramíneas temperadas, 10 a 20% de PB.

Segundo Abreu (1984) a proteína vegetal localiza-se nas células clorofilinas, nomeadamente nos cloroplastos (65%), citoplasma (20-35%), mitocôndrias (5-7%), núcleo (2%) e membrana celular (2%). As substâncias azotadas não proteicas, concentram-se nos vacúolos das células predominantemente localizados nos tecidos condutores e raízes.

2.5.3. Constituintes da parede celular

A parede celular constitui 30 a 80 % da matéria seca das plantas forrageiras (Jarrige, 1981; Abreu, 1984,) sendo a principal responsável pela sua digestibilidade (Abreu, 1984) e ingestibilidade (Van Soest, 1982). Na sua constituição participam polissacáridos estruturais, nomeadamente pectina, hemicelulose e celulose, substâncias fenólicas (lenhina), substâncias azotadas e lipídicas (cutina e sílica) (Bailey, 1973; Correia, 1980; Abreu, 1984).

As células vegetais possuem uma parede primária que sofre um espessamento quando o crescimento celular cessa, dando origem à parede secundária (Bailey, 1973). A parede primária é principalmente constituída por celulose mas o espessamento é garantido pela acumulação de hemicelulose e celulose (Correia, 1980; Jarrige, 1981).

A hemicelulose e a celulose são parcialmente digestíveis por fermentação microbiana, dependendo a extensão do processo do grau de lenhificação, cutinização e silicificação da parede (Van Soest, 1982). Os restantes constituintes (lenhina, cutina e sílica) são completamente indigestíveis, inibindo ou interferindo na digestibilidade dos polissacáridos estruturais.

No que se refere à lenhina, as gramíneas temperadas apresentam normalmente 3 a 5% nas folhas e 6 a 7% nos caules. Estes valores aumentam ao longo do ciclo vegetativo, até concentrações máximas de 5 a 6% nas folhas e 11 a 14% nos caules (Harkin, 1973).

3. NECESSIDADES ALIMENTARES DOS ANIMAIS

As necessidades nutricionais dos bovinos encontram-se em permanente alteração durante o ano, variando consoante a idade, o peso, o estado fisiológico, a raça, o nível de produção, a carga parasitária, a temperatura e a humidade, entre outros. As necessidades de manutenção passam pela energia que o indivíduo necessita para o seu funcionamento metabólico, termorregulação, ingestão, digestão dos alimentos, deslocação e energia para conservar a sua massa corporal (Bento, 2009). As necessidades em energia variam conforme a fase fisiológica, sendo maiores na lactação. Deve ser dada uma atenção cuidadosa à proteína na dieta das vacas, uma vez que estas não a conseguem armazenar, tal como fazem com a gordura (Bento, 2009). As exigências proteicas são máximas na altura da lactação, devido à grande quantidade de proteína exportada no leite que a vaca produz. É importante que a vaca não se encontre sob carência proteica, a fim de que esta produza colostro de qualidade (Bento, 2009). As necessidades na gestação são crescentes durante a mesma, sendo superiores nos últimos 3 meses. Nesta última fase e na fase inicial da lactação deve impedir-se que o animal recorra às suas reservas corporais devido à diminuição da capacidade de ingestão e, portanto, à incapacidade de ingerir quantidade de alimento suficiente para manter as suas reservas corporais e fazer face ao requerido pelo feto ou produzir leite, respectivamente, devendo-se aumentar a concentração energética do regime alimentar para compensar a diminuição da ingestibilidade. Para além da importância do fornecimento de cálcio na fase lactante, não é de descurar a necessidade de zinco - promotor de queratina – revestimento do canal do teto, que actua como barreira física, impedindo as bactérias de entrarem na glândula mamária. Exceptuando o caso das vacas leiteiras, as exigências alimentares dos bovinos podem ser ultrapassadas com a qualidade e quantidade adequadas da pastagem ou forragem, ingerida e digerida, sendo importante que o produtor realize uma análise da dieta que oferece aos animais em relação ao alimento existente.

Segundo Bijttebier (2015) e Goorickx (2014), a raça Salers é a que mais se aproxima da raça Kempens Roodbont, tendo sido as necessidades calculadas com base nas tabelas do Institut national de la recherche agronomique (INRA, 2007) referentes à mesma.

As estimativas das necessidades anuais da exploração entraram em conta com o número de animais presentes ao longo de um ano na exploração, repartindo essas necessidades pelos vários estágios pelos quais cada animal foi passando ao longo dos 12 meses (quadros 1 e 2).

Quadro 1 – Necessidades nutricionais diárias padrão dos bovinos presentes na exploração, consoante o género, idade, peso e estado fisiológico, relativamente à energia (UFL), proteína (PDI), cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg)

Necessidades nutricionais											
	Peso	Diárias por animal					Anuais da exploração				
		UFL	PDI	g / dia			UFL/ano	PDI	kg / ano		
				Ca	P	Mg			Ca	P	Mg
3 meses	120	0,8	85	-	-	-	800	85,0	-	-	-
8 meses	290	3,6	360	-	-	-	7.590	767,6	-	-	-
12 meses	400	5,5	590	17,8	16,8	8,0	12.558	1.311,0	49,1	46,4	22,1
18 meses	500	6,2	550	14,2	16,4	10,0	10.530	1.026,0	28,8	29,9	16,2
6º mês gestação	600	6	395	12,7	12,4	12,0	14.400	948,0	30,4	29,8	28,8
9º mês gestação	600	6,7	495	14,3	13,0	12,0	5.025	371,3	10,8	9,7	9,0
Início lactação P.L. 7,5 kg	600	8,9	825	23,2	18,7	12,0	20.025	1.856,3	52,2	42,0	27,0
Meio lactação	600	7,8	725	19,9	16,1	12,0	17.550	1.631,3	44,8	36,3	27,0
Final lactação	600	7,2	675	18,1	14,8	12,0	16.200	1.518,8	40,7	33,2	27,0
Touros	900	10,6	898	22,1	26,0	18,0	11.607	983,3	24,2	28,5	19,7
Totais	-	-	-	-	-	-	116.285	10.498,4	281,0	255,8	176,8

Fonte: Compilação com base nas tabelas do INRA (2007)

Quadro 2 – Necessidades de minerais para bovinos de carne e leite

Minerais	Unidade	Raças de carne			Gestação a		Lactação a
		Crescimento	Gestação	Lactação	7º mês	9º mês	25 kg leite
Cálcio	%	0,6	0,22	0,43	0,44	0,48	0,62
Fósforo	%	0,36	0,20	0,30	0,22	0,26	0,32
Magnésio	%	0,10	0,12	0,20	0,11	0,16	0,18
Cloro	%	0,60	0,60	0,60	0,13	0,20	0,24
Potássio	%	0,07	0,07	0,10	0,51	0,62	1,00
Sódio	%	0,15	0,15	0,15	0,10	0,14	0,22
Enxofre	%	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
Cobalto	mg/kg	10	10	10	0,11	0,11	0,11
Cobre	mg/kg	0,50	0,50	0,50	12	18	11
Iodo	mg/kg	50	50	50	0,4	0,5	0,6
Ferro	mg/kg	20	40	40	13	18	12
Manganês	mg/kg	0,10	0,10	0,10	16	24	14
Selénio	mg/kg	30	30	30	0,3	0,3	0,3
Zinco	mg/kg	0,6	0,22	0,43	21	30	43

Fonte: NRC (2001) a – Vacas Holstein adultas com peso de 680 kg

4. TRABALHO EXPERIMENTAL

4.1. Enquadramento ecológico

Este trabalho foi realizado de Maio a Dezembro de 2016 numa exploração agro-pecuária em Molensted - Diest, Bélgica, na região da Flandres, denominada Natuurboerderij het Bolhuis, com as coordenadas geográficas 51.01° N, 5.04° E, a qual se insere numa zona de reserva ecológica ao abrigo do programa Natura 2000, denominada por ‘Demervallei’. Estas zonas de conservação têm por objectivo fomentar a biodiversidade e promover a manutenção, ou mesmo a proliferação das espécies endémicas desses *habitats*, num equilíbrio natural.

Quadro 3 – Produtividade esperada de diferentes tipos de prados da Bélgica consoante o tipo de vegetação e as espécies herbáceas presentes e respectivo impacto sobre a biodiversidade considerando os *inputs* de fertilizantes e seus efeitos sobre o solo e a água

Fase	Tipo de vegetação	Produtividade (ton MS / ha / ano)	Nº de espécies			
	Interfases				Necessidade em fertilizantes (1)	Impacto sobre o solo e a água (2)
0	Azevém estreme	>10	5-10	Muito pobre em espécies autóctones	+++	---
1	Fase intermédia	8-10	10-15	Pobre em espécies autóctones	++	--
2	Dominância de uma ou duas espécies autóctones	6-8	10-15	Pobre em espécies autóctones	+	-
	Composição botânica natural					
3	Mistura de espécies sem dominância	5-7	15-25	Medianamente rica em espécies	-	+
4	Pastagem rica em espécies vegetais	3-6	20-40	Rica em espécies	--	++
5	Pastagem de solos pobres	<5	>30	Muito rica em espécies	---	+++

Fonte: Peter De Grande (2008) (1) +++ elevadas quantidades de fertilizantes aplicadas vs. --- não aplicação de fertilizantes (2) --- impacte negativo sobre os solos e água vs. +++ impacte positivo sobre os solos e água

Na exploração encontram-se parcelas entre as fases 0 e 5 descritas no quadro 3 elaborado para avaliar a Produtividade vs. Biodiversidade dos campos da Bélgica (De Grande, 2008).

De entre os 19 códigos atribuídos pela rede Natura 2000 aos *habitats* desta região, no total dos 111ha ao cuidado da exploração, estão compreendidos os 12 seguintes: 2310, 2330, 3130, 3260, 4030, 6230*, 6430, 6510, 9120, 9160, 9190 e 91E0* distribuídos por zonas de charneca, vales – cursos de água e bosques tal como se apresenta em seguida:

Zonas de charneca

2310 – Charnechas de areia seca com *Calluna vulgaris* e *Genista scorpius*;

2330 – Pastagens abertas com *Corynephorus* e *Agrostis* em dunas;

3130 – Zonas oligotróficas e sotróficas, águas com vegetação de *Littorella uniflora* e/ou *Isoetes* – *Nanojuncetea*;

6230* - Pastagens de espécies ricas em formações herbáceas de *Nardus* em solos pobres em zonas de montanha (e áreas submontanhosas da Europa continental).

Vales – Cursos de água

3260 – Rios em submontanhas e planícies com vegetação pertencente aos *Ranunculus fluitans* e *Calitricho-Batrachion*;

4030 – Charnechas secas Europeias

Vales – pastagens húmidas e mato

6430 – Zonas hidrófilas de erva alta sob a forma de toijas em planícies e nas zonas montanhosas e alpinas do subtipo floresta húmida;

6510 – Planícies de prados de feno (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)

Bosques

9120 – Faiais acidófilos atlânticos com *Ilex* e por vezes *Taxus* em crescimento (*Quercus robur-petraeae* ou *Ilici-fagenion*);

9160 – Florestas sub-atlânticas e médio-europeias de carvalho ou carvalho-*horbeam*;

9190 – Carvalhais acidófilos velhos com *Quercus robur* em planícies arenosas;

91E0* – Florestas aluviais com *Alnion glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

É importante referir que a quase totalidade do alimento consumido pelos animais da exploração é produzido na mesma. Este facto está de acordo com os princípios da produção biológica pela simples razão da pegada de carbono, associada à produção do alimento dentro da própria exploração ou próximo desta, ser o mais reduzida possível e, com isso, ter o menor impacto negativo sobre o ecossistema envolvente e, consequentemente, sobre o ambiente reduzindo os efeitos nefastos relacionados com o efeito de estufa e as alterações climáticas. Na Irlanda, foram desenvolvidos programas de gestão de pastoreio e conservação de erva para bovinos de leite, bovinos de engorda e ovelhas. O objectivo destes sistemas era alcançar o maior *out-put* de produção animal/ha utilizando erva sob a forma de pastoreio

directo e conservada como 95% das necessidades alimentares dos animais sem causar efeitos adversos nas performances dos mesmos (Conway, 1992).

Outro aspecto a salientar é o facto de em alguns destes tipos de *habitats* presentes na reserva natural a vegetação não apresentar qualidade suficiente para os animais (elevados teores de fibra e lenhina) ou pela presença de espécies vegetais de baixa palatibilidade, nomeadamente tóxicas e agressivas. A vegetação destas parcelas é cortada e conservada em fardos para poder ser utilizada na cama dos animais estabulados, aumentando o seu bem-estar. Adicionalmente, o carbono pelo qual esta palha é, maioritariamente constituída, junta-se ao azoto excretado pelas fezes e urina dos animais, produzindo estrume com uma razão C:N favorável à compostagem. O composto obtido é, por sua vez, aplicado no solo das outras parcelas, contribuindo para a reciclagem de nutrientes e melhoria de fertilidade do solo.

Outra referência de interesse é o facto de a carne ser vendida directamente ao consumidor e dentro dum raio de 50 km em torno da exploração, cumprindo mais uma premissa do desenvolvimento local e de enriquecimento do produto no que diz respeito à sustentabilidade económica.

4.2. Biodiversidade

A utilização sustentável dos recursos naturais é preconizada na exploração, tendo presente que a perda de biodiversidade afecta gravemente a sustentabilidade dos ecossistemas, na medida em que reduz o capital de recursos naturais em que se baseia o próprio desenvolvimento social e económico. Esta estratégia valoriza a aposta na Rede Natura e a importância da agricultura na conservação da biodiversidade, propondo que a Política Agrícola Comum assimile os novos conceitos relativos à conservação da diversidade biológica.

A sétima Conferência das Partes (COP7) realizada em Kuala Lumpur em 2004, adoptou um Programa de Trabalho para estabelecer, até 2010 para as zonas terrestres e até 2012 para as zonas marítimas, sistemas nacionais e regionais de áreas protegidas integradas numa rede global, ecologicamente, representativas e geridas de forma eficaz. A componente comunitária desta rede global e que já existia antes da COP7 é a NATURA 2000, uma rede estabelecida pelas directivas Aves e Habitats, que fornece um quadro ecológico coerente para as áreas protegidas, de modo a garantir a conservação a longo prazo das espécies e *habitats* mais ameaçados da Europa. A Natura 2000 visa a incorporação dos principais “pontos críticos” de biodiversidade na Europa e a protecção dos serviços dos ecossistemas vitais. Complementa outras áreas protegidas da vida selvagem estabelecidas a nível nacional, regional e local. Os Estados-Membros estão obrigados a conservar exemplares dos *habitats* mais ameaçados da Europa (por exemplo, dunas costeiras do Mediterrâneo, charnecas secas e turfeiras altas) como sítios da rede Natura 2000.

A região onde foi realizado o estudo está inserida numa destas zonas protegidas pela Rede Natura 2000 e apresenta uma grande diversidade de espécies vegetais e animais. No que diz respeito à fauna, foram avistadas diversas espécies durante o período de realização do trabalho experimental da dissertação, as quais constam do quadro 4.

Quadro 4 – Lista faunística avistada durante a realização do trabalho experimental

Nome comum	Nome científico	Nome comum	Nome científico
Abibe comum	<i>Vanellus vanellus</i>	Garça branca	<i>Egretta alba</i>
Alvéola branca	<i>Motacilla alba</i>	Garça-real	<i>Ardea cinerea</i>
Andorinha-dos-beirais	<i>Delichon urbicum</i>	Gralha preta	<i>Corvus corone</i>
Carriça	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Guarda-rios	<i>Alcedo atthis</i>
Chapim real	<i>Parus major</i>	Marrequinha comum	<i>Anas crecca</i>
Coelho bravo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Melro	<i>Turdus merula</i>
Corça	<i>Capreolus capreolus</i>	Pato-real	<i>Anas platyrhynchos</i>
Coruja das torres	<i>Tyto alba</i>	Pato-trombeteiro	<i>Anas clypeata</i>
Corvo	<i>Corvus</i>	Pega-rabuda	<i>Pica pica</i>
Cuco	<i>Cuculus canorus</i>	Peneireiro-vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>
Esquilo-vermelho	<i>Sciurus vulgaris</i>	Piadeira americana	<i>Anas americana</i>
Estorninho-preto	<i>Sturnus unicolor</i>	Pica-pau-malhado	<i>Dendrocopos major</i>
Faisão	<i>Phasianus colchicus</i>	Pisco-de-peito-ruivo	<i>Erithacus rubecula</i>
Gaio	<i>Garrulus glandarius</i>	Pintassilgo	<i>Carduelis carduelis</i>
Galinha de água	<i>Gallinula chloropus</i>	Pombo torcaz	<i>Columba palumbus</i>
Ganso do Canadá	<i>Branta canadensis</i>	Raposa-vermelha	<i>Vulpes vulpes</i>
Ganso do Egipto	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Rã	<i>Ranidae</i>

4.3. Caracterização climática

4.3.1. Clima

A Bélgica é caracterizada por um clima oceânico temperado, com chuvas provenientes do oceano Atlântico irregulares durante todo o ano. O Verão é suave (de Junho a Setembro) e o Inverno é fresco e, em ocasiões, frio. A amplitude térmica entre o Verão e o Inverno na Bélgica é relativamente fraca. Isto deve-se aos ventos do oeste que geram uma intensa humidade que estabiliza o clima. Refrescam a atmosfera no Verão e atenuam o frio no Inverno.

4.3.1.1. Temperatura

Na figura 2 apresenta-se a temperatura média mensal entre os anos 1981 e 2010 na linha a vermelho, o valor mais baixo e mais elevado, registados entre os anos 1981 e 2015 nas colunas e na linha a verde a temperatura média mensal do ano de 2016.

Como se pode verificar, o ano de 2016 registou valores de temperatura próximos da média de 34 anos, apenas se verificando uma pequena elevação da temperatura do mês de Setembro em relação à normal.

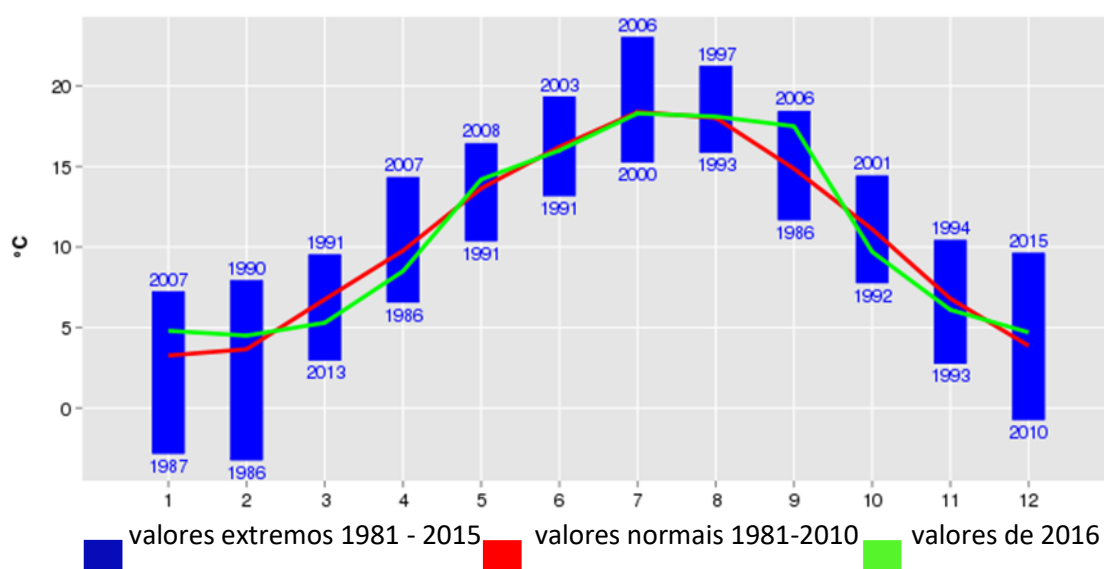


Figura 2. Temperatura mensal da região da Flandres (Bélgica); Fonte: Site de meteorologia da Bélgica

4.3.1.2. Precipitação

Na figura 3 apresenta-se a precipitação média mensal entre os anos 1981 e 2010 na linha a vermelho, o valor mais baixo e mais elevado, registados entre os anos 1981 e 2015 nas colunas e na linha a verde a precipitação média mensal do ano de 2016.

Pela análise da figura 3, constata-se que o ano de 2016 se verificou atípico em termos de pluviosidade, totalizando 972.3 mm, acima dos 785 mm de média, mas com um especial realce para o mês de Junho, o qual excedeu o valor máximo registado desde 1981, assim como, pelo contrário, no mês de Setembro se verificou um nível de precipitação praticamente nulo, sendo os restantes meses próximos da norma.

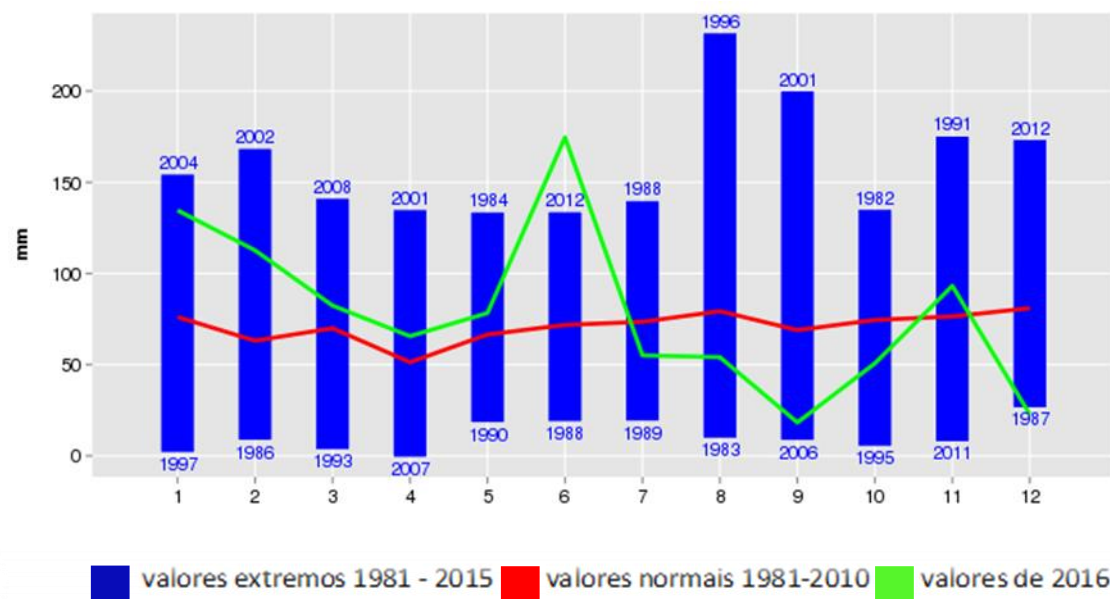


Figura 3. Precipitação mensal na região da Flandres (Bélgica); Fonte: Site de meteorologia da Bélgica



Figura 4. Parte de uma pastagem em Junho de 2016; Fotografia do autor

A figura 4 demonstra o estado em que se encontrava a 13 de Junho de 2016 parte da pastagem onde um grupo de animais se encontrava, devido à elevada precipitação que se fez sentir durante todo o mês de Junho, 174,6 mm.

4.4. Parcelas

A pesquisa incidiu sobre 5 parcelas, todas elas sob modo de produção biológico; duas delas (A e C) com finalidade pratense e forrageira – feno; uma (B), unicamente pratense; e as duas restantes (D e E) para exclusiva obtenção de forragem conservada sob a forma de silagem em fardos.

Na figura 6 consta o mapa que identifica as parcelas analisadas com a distância entre elas. A sua observação permite constatar que as parcelas B e E são as mais distantes entre si de todas, cerca de 6,6 km em linha recta.

Apresenta-se de seguida uma breve descrição de cada umas das parcelas, assim como as suas imagens satélite (figuras 5 e 7 a 10).

4.4.1. Parcela A – L-weide – pastagem e feno

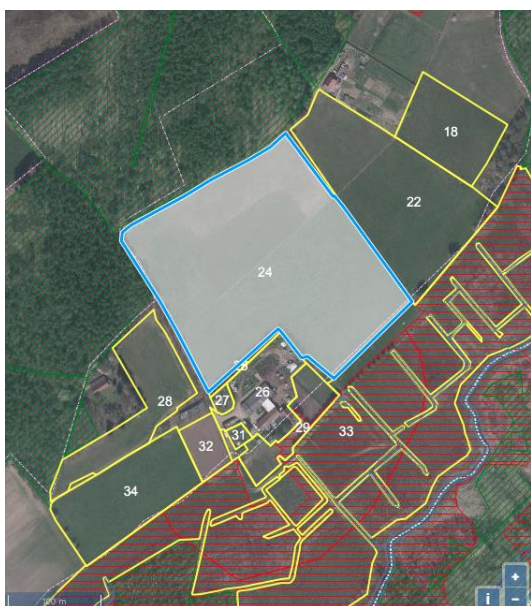


Figura 5. Mapa identificativo da parcela A

A parcela A localiza-se em Molenstede-Diest (51.0142°N 5.0449°E) e tem uma dimensão de 2,74 ha. É gerida pela Natuurpunt, a maior organização de conservação natural da Bélgica, desde 2001, e está inserida na reserva natural 'Dassenaarde'. Desde 2001 é usada por Kurt Sannen, proprietário e gestor da Natuurboerderij Het Bolhuis que tem um contrato de serviços com a Natuurpunt. O manejo da pastagem implica a não utilização de fertilizantes e de pesticidas. O uso da parcela é estritamente limitado ao plano de manejo da reserva natural. A pastagem apenas pode ser

cortada a partir de 1 de Junho e uma segunda vez a partir de 15 de Agosto.

A parcela apresenta um ligeiro declive, está orientada a sul e apresenta um solo pobre de areia – um Podzol como é encontrado em vários locais do Kempem, região do norte da Bélgica. A uma pequena profundidade existe uma camada de argila e areia.

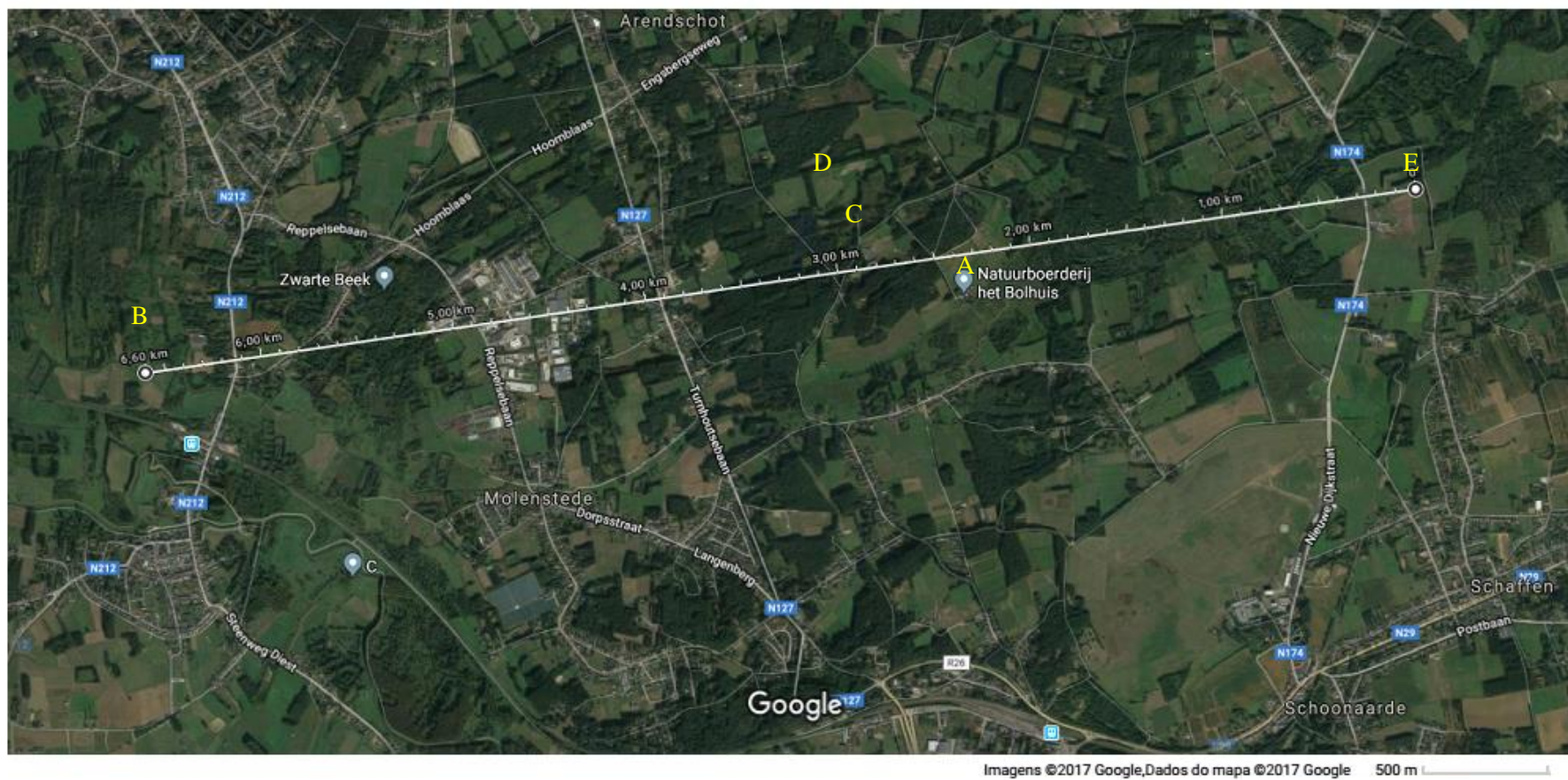


Figura 6. Mapa das parcelas em estudo com as letras identificativas das mesmas

4.4.2. Parcela B – Demerbroeken – pastagem



Figura 7. Mapa identificativo da parcela B

A parcela B com 6 hectares está localizada na reserva natural Demerbroeken da Natuurpunt (51.0109°N, 4.9845°E). Demerbroeken significa pastagens húmidas ao longo do rio Demer. Em 2002, Kurt Sannen entrou em acordo com a Natuurpunt pelo uso desta pastagem. No contrato estabelecido, o uso da parcela é estritamente limitado, de acordo com o plano de gestão da natureza da reserva natural, a pastoreio de 1 de Maio a 31 de Outubro, única e exclusivamente por novilhas desmamadas e que ainda não têm idade para serem fecundadas – dos 6 aos 18 meses, aproximadamente.

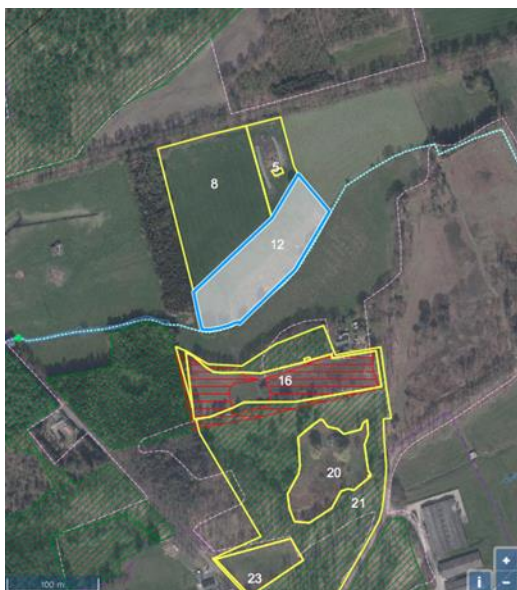
A parcela tem um alto valor natural, tanto a nível botânico como faunístico. É um *habitat* protegido pela directiva europeia Habitats: habitat 6430 - Zonas hidrófilas de erva alta sob a forma de toijas em planícies e nas zonas montanhosas e alpinas do subtipo floresta húmida.

O solo é hidromórfilo, de argila, muito mal drenado e sem grande desenvolvimento. O perfil inferior é caracterizado por uma camada superficial de cinza escuro, rica em húmus com 15 a 20 cm de espessura. Este solo encontra-se permanentemente húmido e, mesmo no Verão, o lençol freático fica entre os 40 e 80 cm.

4.4.3. Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef – pastagem e feno

A parcela C com 1,4 ha, encontra-se na freguesia de Molenstede-Diest (51.0178°N, 5.0350°E), num vale plano entre dunas antigas. É contígua à Parcela D, sendo um corredor ecológico protegido pela biodiversidade de espécies pratenses.

O terreno é propriedade privada encontrando-se alugado por Kurt Sannen, que tem um acordo com o governo da Flandres para promover a sua constituição botânica. Este acordo estabelece que a pastagem seja cortada pela primeira vez entre 15 de Junho e 15 de Julho, e uma segunda vez entre 1 de Setembro e 1 de Outubro ou que seja pastoreada entre 1 de Setembro e 31 de Dezembro. A fertilização e o uso de pesticidas não são permitidos.



O solo é arenoso, moderadamente húmido a húmido. A parcela é delimitada a sul por um canal de água que seca no Verão. No Inverno, encontra-se, em geral, parcialmente inundada.

Figura 8. Mapa identificativo da parcela C

4.4.4. Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef – silagem



Figura 9. Mapa identificativo da parcela D

A parcela D de 1,3 ha de dimensão, está localizada numa duna antiga (51.0185°N, 5.0345°E), com superfície arenosa e solo de fraco desenvolvimento. Existem zonas muito secas no Verão. Em 2015, Kurt Sannen converteu esta pastagem semeando trevos e azevém. A qualidade da forragem é moderada. Os trevos são difíceis de manter na parcela, especialmente nas zonas mais secas. A terra é fertilizada todos os anos com estrume e chorume proveniente das vacas da exploração, com um máximo de 170 kg N/ha. A parcela é cortada 4 a 5 vezes por ano

permitindo uma produtividade moderada.

A composição botânica nesta parcela de terreno é determinada pela sementeira de azevém perene (*Lolium perenne*), trevo violeta (*Trifolium pratense*) e trevo branco (*Trifolium repens*) com o objectivo de ensilar. Em 2016, o azevém estava no seu segundo ano pós sementeira e o trevo voltou a ser semeado com recurso a sementeira directa por já se encontrar com pouca expressão.

4.4.5. Parcela E – Shommelgrond – silagem



Figura 10. Mapa identificativo da parcela E

Esta parcela localiza-se em Schaffen-Diest (51.0190°N, 5.0776°E). É propriedade privada e alugada por Kurt Sannen. Encontra-se próximo dum pequeno rio - 'Kleine Beek'. Até 2014, a parcela foi usada como terra arável. No últimos anos produzia-se milho (*Zea mays* L.) e batata (*Solanum tuberosum* L.). Procedia-se a uma fertilização muito intensiva com chorume de porco e fertilizantes químicos até 2013. Desde 2014 tem sido utilizado por Kurt Sannen e são utilizados apenas fertilizantes de origem biológica, sem recurso a pesticidas. A parcela foi semeada em 2014 com uma consociação de cevada (*Hordeum vulgare*) e ervilha (*Pisum sativum*). Em 2015 foi semeada uma mistura de trevos (*T. repens* e *T. pratense*) e azevém (*Lolium perene*). É fertilizada anualmente com chorume, estrume e composto no limite de 170 kg N / ha. A parcela é usada de modo intensivo e cortada 4 a 5 vezes por ano. A produtividade é alta e a qualidade da forragem muito elevada. Os solos são Podzóis, típicos desta região.

A parcela apresentava uma dimensão de 1,7 ha no primeiro e segundo cortes, passando a 2,35 ha a partir do terceiro corte, inclusive. Nestes 0,65 ha adicionais, procedeu-se à sementeira de *Pisum sativum*, *Hordeum vulgare*, *T. pratense* e *T. repens* em Abril de 2016. Como o mês de Junho deste ano apresentou uma precipitação anormalmente elevada, tanto a cevada como a ervilha pereceram quase por completo. Os trevos persistiram no terreno, vindo a demonstrar-se extremamente produtivos.

4.5. Os animais

Os animais da exploração Natuurboerderij Het Bolhuis, gerida por Kurt Sannen, pertencem à raça Kempens Roodbont Koe, ou seja, vaca de pele vermelha da região da campina.

4.5.1. Raça Kempens Roodbont Koe – vaca campestre vermelha

Na figura 11 apresenta-se uma pintura da vaca tipo da raça Kempens Roodbont.

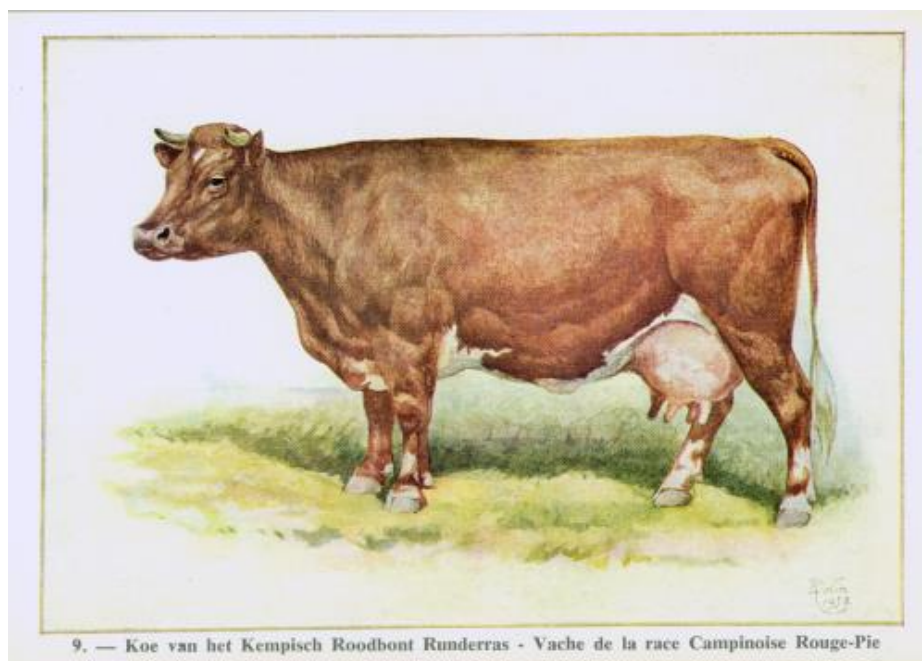


Figura 11. Pintura de vaca tipo da raça Kempens Roodbont
Fonte: (Delin, 1958) Belgium Royal Institute of Natural Sciences

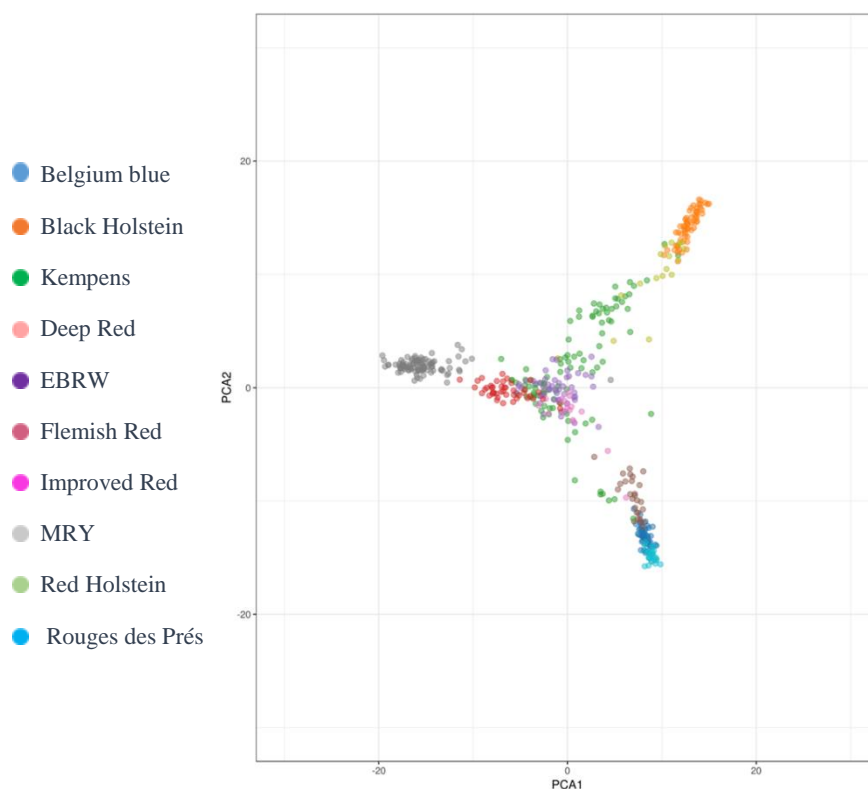


Figura 12. Principais componentes analíticos que demonstram a relação entre a população da raça Kempens e nove outras raças bovinas; Fonte: Genomics of a revived breed: Case study of the Belgian campine cattle, 2017

A raça apresenta um largo espectro de variabilidade, com um sub grupo próximo da raça Holstein e um grupo mais pequeno próximo às raças de produção de carne. Pode identificar-se um grupo central da população da raça Kempens aparentado com as raças Improved Red, Deep Red e EBRW (figura 12).

O gado Kempens é muito precoce, com uma vaca leiteira robusta, com boa conformação e qualidade de carne ligeiramente pronunciadas. A cor do pelo é vermelho e branco, em que as malhas vermelhas são claramente distinguíveis em relação às partes brancas. O gado Kempens tem um corpo bem desenvolvido. O traseiro é suficientemente longo, reto e bem musculado. A cruz é suficientemente ampla e bem musculada. Os membros são curtos, fortes, secos e moderadamente grosseiros. O úbere deve ser longo, largo e profundo o suficiente, suave e macio.

As vacas apresentam boa fertilidade, parto fácil e têm boas características maternas, que permitem criar os seus bezerros. Os touros adultos têm um peso entre 900 e 1.400 kg com uma altura média de 142 cm e as vacas adultas pesam entre 600 e 700 kg com altura média de 128 cm (Sannen, 2016).

Não havendo selecção para produção leiteira, a produção média do efectivo actual consta entre os 4.000 e 5.000 kg de leite por lactação (305 dias).

Em 2012 foi criado um novo livro genealógico para se recuperar a raça primordial, antes de ter sido cruzada com a raça Holstein.

Em 2015 foi formalizado um pedido de ajuda para a protecção da raça à Comissão Europeia, o qual foi concedido em 2016 a todos os animais em linha pura ou pelo com menos 75% de sangue Kempens, conforme o regulamento em anexo, e desde que devidamente registados no livro genealógico da raça.

4.5.2. Efectivo pecuário e manejo

A constituição do efectivo animal é dinâmica, pese embora, ao longo do ano, ronde os 55 animais, distribuídos da seguinte forma: 25 vacas adultas, 3 toiros de linhagens distintas, 8 novilhos dos 6 aos 12 meses, 8 novilhas de substituição com 6 a 18 meses, 10 vitelos com menos de 6 meses e um ou outro animal adulto à engorda para descarte.

Os vitelos são amamentados directamente pelas progenitoras, com as quais permanecem até aos 10 meses de idade, para permitir que a mãe se encontre seca durante dois meses antes de voltar a parir. A cobrição é efectuada por monta natural, segundo um plano de cruzamento previamente estabelecido conforme a linhagem da fêmea e dos toiros presentes na exploração, com vista a cruzar animais o menos aparentado possível, dada a pequena dimensão do efectivo em linha pura da raça (cerca de 300 animais). É tido o cuidado de cruzar vacas com maior aptidão leiteira com toiros com melhor conformação da carcaça e o oposto, procurando-se, assim, fêmeas com boa capacidade leiteira e de parto fácil mas que transmitam aos filhos qualidades da carcaça que são valorizadas e que permitem tirar mais valor

comercial da carne. Devido a esta selecção efectuada na exploração, têm-se vindo a obter animais com carcaças classificadas, segundo a classificação oficial SEUROP, com U e R em vez dos O e P obtidos antes desta selecção. Piedrafita *et al.* (2003) constataram que numa exploração, $\frac{3}{4}$ dos novilhos apresentavam classe R assim como as novilhas. Contudo, o crescimento diário de novilhos e novilhas era bastante díspar, alcançando ganho médio diário (GMD) de 1000 g e 830 g, respectivamente, com rendimento de carcaça a rondar os 58,3%.

Em termos reprodutivos, as vacas são juntas ao toiro o mais cedo possível para que sejam fecundadas no primeiro cio pós-parto no sentido de melhorar a eficiência da exploração, ao conseguir um parto a cada 365 dias ou menos. É efectuada palpação rectal para despiste de gestação e, assim, controlo das fêmeas que não fiquem gestantes a fim de serem descartados por não serem tão produtivos e rentáveis como os demais. As primíparas são separadas da manada de novilhas com a idade de 18 meses e juntas a uma das sub-manadas com macho, a fim de terem o primeiro parto antes dos 2,5 anos.

Ao nível do maneio alimentar, os animais pastoreiam em prados de vegetação espontânea de Maio a Novembro, apenas recebendo suplementação mineral através de blocos minerais. De Dezembro a Abril são mantidos em estabulação e são alimentados com feno ou silagem da seguinte forma:

Vacas no meio e final de lactação e touros – feno *ad libitum* e dois quilos de MS de silagem de erva por dia;

Vacas em início de lactação – feno e silagem de erva *ad libitum* e dois quilos de MS de tritcale (*x Triticosecale Wittmack*);

Novilhas – feno *ad libitum* e dois quilos de MS de silagem de erva por dia;

Novilhos e animais de descarte – feno e silagem de erva *ad libitum*, dois quilos de MS de tritcale e um quilo de MS de semente de linho (*Linum usitatissimum*) extrudido.

Estando as parcelas em estudo inseridas numa reserva ecológica, a entrada e saída dos animais nestas, assim como o início dos cortes da erva, são definidos pelo gestor da exploração, sendo que o início de pastoreio se dá apenas a 1 de Maio de cada ano, dia esse em que foi iniciada a recolha de dados. A saída dos animais está dependente das condições do solo no final do Outono, sendo que entre Novembro e Dezembro, os animais regressam ao estábulo. Contudo, a retirada dos animais das pastagens também tem em conta o nível da sua condição corporal, ou seja, são verificados a cada 2 ou 3 dias o estado de saúde e a condição corporal dos animais, optando-se pela estabulação quando esta se verifica em decréscimo.

Este condicionalismo, para além de ter em conta o já exposto, é imposto pela necessidade de preservação do solo durante os meses de Inverno, ou seja, devido à maior precipitação e temperaturas inferiores, ocorre um cessar do crescimento herbáceo e, juntando-se a isso, o risco de erosão devido ao pisoteio

efectuado pelos animais, aspecto mais importante ainda do que o valor nutritivo e a quantidade de alimento disponível não serem suficientes para suprir as necessidades dos animais. De acordo com Jacob (1987), a pegada de uma vaca 600 kg causa uma pressão de 4 a 5 kg/cm² de solo.

4.6. Colheita de dados

4.6.1. Solo

Procedeu-se a uma amostragem representativa do solo de cada parcela em estudo. Para tal, foram recolhidas 20 sub-amostras de cerca de 100 g, a uma profundidade até 10 cm, percorrendo cada parcela em zigue-zague. Estas sub-amostras foram misturadas e homogeneizadas e extraídos 200 gramas para análise laboratorial.

4.6.2. Avaliação da produtividade de matéria seca das pastagens e forragens

A produtividade por hectare da biomassa vegetal de cada parcela, foi avaliada por amostragem através da colheita de três amostras representativas de cada uma delas, várias vezes no período experimental, num metro quadrado de pastagem a 4/5 cm do solo. Após a pesagem, esta massa foi cortada em pedaços com cerca de 2 centímetros de comprimento, misturada, homogeneizada e recolhida uma amostra para ser, posteriormente, analisada. As amostras de cada uma das parcelas foram devidamente acondicionadas numa arca frigorífica, por questões logísticas, para que a sua constituição não se deteriorasse até que fossem secas. A primeira e segunda amostragens foram secas a 60°C, durante 48 horas, do dia 20 a 22 de Junho no laboratório da Universidade de Leuven, na Bélgica. As restantes amostras foram secas a 7 de Dezembro.

Não foram efectuados quaisquer cortes antes da entrada dos animais nos prados, a dia 1 de Maio.

4.6.3. Espécies vegetais presentes

Foi, ainda, efectuado um levantamento das espécies pratenses e forrageiras presentes em cada uma das parcelas percorrendo cada umas delas a pé e identificando as espécies com predominância significativa, com o acompanhamento de um botânico da região.

4.6.4. Caracterização laboratorial

4.6.4.1. Solos

As amostras de solo recolhidas foram enviadas para o Laboratório de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia onde foram determinados a textura, o pH (H₂O), o teor de matéria orgânica e os teores extraíveis de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, manganês e boro.

A determinação do pH (H₂O) (1:2:5) foi efectuada com recurso à potenciometria (Póvoas e Barral, 1992).

O fósforo extraível (P₂O₅) e o potássio extraível (K₂O), foram extraídos pelo método de Égner-Rhiem sendo a determinação realizada por Espectroscopia de Absorção Moléculas (EAM) VIS/UV e fotometria de chama, respectivamente (Póvoas e Barral, 1992).

Para o conhecimento dos teores de Cálcio extraível (Ca) e Magnésio extraível (Mg), procedeu-se à extração com acetato de amónio e determinação por Espectroscopia de Absorção Atómica, EAA (Simard, 1993).

A matéria orgânica foi calculada com base na combustão, detecção de CO₂ por IV.

Na obtenção dos valores de ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) extraíveis, recorreu-se à extração pelo método de Lakanen-Ervio, e determinação por EAA (Lakanen e Ervio, 1971).

No caso do boro extraível (B), foi necessária uma extração com água fervente, Azometina H, EAM VIS/UV (Gupta, 1993).

4.6.4.2. Material vegetal

As determinações dos constituintes analíticos das amostras de pastagem, feno e silagem foram, após secagem e moenda na Universidade de Leuven, enviadas para o Laboratório Professor Pais de Azevedo, no Instituto Superior de Agronomia, a fim de que fossem determinadas; a proteína bruta (PB), a fibra em detergente neutro (NDF), a fibra em detergente ácido (ADF), a lenhina em detergente ácido (ADL), a cinza e a humidade residual.

A PB calculou-se pela multiplicação do teor de azoto obtido pelo método de Kjeldahl, considerando que cada grama de proteína é constituída por 16% de azoto, ou seja, 1 unidade de proteína contém 6,25 vezes unidades de azoto.

Através do método de Robertson & Van Soest (1991), procedeu-se à determinação dos teores de NDF, ADF e ADL.

A humidade residual foi determinada a partir da diferença de peso de uma amostra de 2 gramas à entrada e à saída, a 104°C durante 12 horas na estufa Binder. A matéria seca foi calculada por diferença.

De cada uma das amostras de material vegetal foram ainda determinados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, manganês, boro, sódio, enxofre e molibdénio. A determinação dos minerais foi efectuada com recurso à digestão com ácido clorídrico e ácido nítrico (*aqua régia* - adaptado da EN 13650) e quantificação através de Espectrofotometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES).

4.7. Estimação do valor alimentar do material vegetal

Os valores energético (UFL) e azotado (PDIs) dos alimentos foram estimados com base nas equações propostas pelo INRA (2007), assim como a quantidade de MS voluntariamente ingerida por kg de peso metabólico, conforme o anexo II - Equações de estimação do valor alimentar das pastagens e forragens.

Após essa estimação procedeu-se à comparação entre a disponibilidade de alimento e as necessidades alimentares dos animais.

4.8. Estatística das diferenças entre a composição química da forragem verde e conservada sob a forma de silagem

Para se verificar a existência de perdas ou ganhos significativos entre a forragem em verde (V) e depois de conservada sob a forma de silagem (Cs), efectuou-se uma análise estatística no *software* R, com recurso a testes t para amostras emparelhadas por data de corte, na qual se pretendia averiguar se os constituintes das forragens diferiam significativamente dos da silagem a que as mesmas deram origem. Dada a reduzida dimensão das amostras, apenas 8 pares de valores (V,Cs), a normalidade das amostras das diferenças foi testada recorrendo ao teste de Shapiro-Wilk. Exceptuando os constituintes PB, K e Zn, não se rejeitou a hipótese de normalidade das diferenças, tendo-se obtido valores superiores a 0,05 para o *p-value* do teste. Dado ter-se constatado alguma disparidade entre os pares forragem/silagem em algumas datas de corte, que podem ser atribuídas a erros de amostragem, decidiu-se excluir 2 elementos da amostra das diferenças para o PB e o K e um para o Zn. Após exclusão destes elementos, as amostras resultantes apresentaram-se compatíveis com a hipótese de normalidade.

Quadro 5 – Média das diferenças observadas para forragem verde e silagem, intervalo de confiança a 95% para a média das diferenças populacionais μ_D e *p-value* do teste à igualdade das médias ($\mu_D=0$ vs $\mu_D\neq0$).

Componente	Diferença entre V e Cs	IC a 95% de confiança para μ_D	<i>p-value</i>
PB	-0,783	] -1,487; -0,0796[	0,035
NDF	-1,2	] -5,337; 2,937[	0,515
ADF	-3,487	] -5,435; -1,539[	0,004
ADL	0,025	] -0,496; 0,546[	0,913
Cinza	-1,7	] -4,191; 0,791[	0,151
Ca	-0,1802	] -1,583; 1,223[	0,770
K	1,517	] -3,633; 6,668[	0,483
Mg	0,0431	] -0,310; 0,397[	0,781
Na	0,0403	] -0,430; 0,511[	0,845
P	-0,031	] -0,612; 0,550[	0,903
S	0,009	] -0,626; 0,6445[	0,973
Mn	-0,0246	] -0,115; 0,065[	0,538
Fe	-0,2094	] -0,447; 0,028[	0,076
Cu	0,001	] -0,000828; 0,00298[	0,223
Zn	-0,0091	] -0,0245; 0,0062[	0,196
B	0,0003	] -0,00304; 0,00376[	0,810
Mo	0,001	] -0,0011; 0,0032[	0,292

Em relação à PB e à ADF, as diferenças entre os valores da forragem verde e conservada revelaram-se significativamente diferentes de zero, ou seja, rejeitou-se a hipótese de a diferença entre verde e conservada ser zero, ao nível de significância de 5%. Dado que os intervalos de confiança apenas continham valores negativos, concluiu-se que houve um acréscimo destes constituintes entre V e Cs.

Para todos os outros parâmetros, com *p-values* superiores ao nível de significância de 5%, concluiu-se que as diferenças entre forragem verde e conservada dos parâmetros analisados não se mostraram significativas, ou seja, não se rejeitou a hipótese de a diferença entre verde e conservado ser igual a zero. Isto é justificável pelo facto de a gadanheira remover algum solo aquando do corte da erva, pelo que os valores de minerais presentes nas forragens não correspondem apenas aos intrínsecos das plantas mas também às partículas de solo presentes nas mesmas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Solos

Como se pode constatar pelo quadro 7, os valores de pH dos solos em estudo encontram-se entre 5,5 e 6,5, pelo que se classificam como ácidos.

Relativamente à matéria orgânica foram registados valores entre 1,88 e 3,43 % em todas as parcelas, embora a parcela B apresentasse 10,1 % de MO, caso excepcional, devido ao encharcamento frequente a que está sujeita.

Também importa referir que os minerais constituintes do solo da parcela B apresentam valores mais elevados do que todas as outras parcelas, excepto em relação ao fósforo e ao boro.

A presença de valores de fósforo mais elevados do que 200 mg/kg nas parcelas A, D e E deve-se à aplicação de chorume nas parcelas D e E e à dejeção directa dos animais na parcela A.

5.2. Espécies vegetais presentes

5.2.1. Parcela A – L-weide

Observaram-se 16 espécies vegetais nesta parcela (quadro 6), sendo classificada como fase 2 de Produtividade/Biodiversidade pois, para além de ter mais de 15 espécies, apresentava dominância marcada de *Holcus* e *Agrostis*. Segundo De Grande (2008), a sua produtividade média encontra-se num intervalo entre 6 e 8 ton MS/ha/ano. De entre a flora presente, existem espécies com toxicidade e outras com propriedades medicinais, passando pelas de interesse pratense a forrageiro.

Quadro 6 – Composição botânica da parcela A

Espécie	Grupo	Utilização	Espécie	Grupo	Utilização
<i>Achillea millefolium</i>	Outras	T / M	<i>Plantago major</i>	Outras	P / M
<i>Agrostis stolonífera</i>	Gramíneas	P / F	<i>Poa annua</i>	Gramíneas	P
<i>Carex ovalis</i>	Outras	P / F	<i>Ranunculus acris</i>	Outras	T
<i>Nasturtium officinale</i>	Outras	P	<i>Ranunculus repens</i>	Outras	T
<i>Holcus lanatus</i>	Gramíneas	P / F	<i>Rumex acetosa</i>	Outras	T
<i>Leontodon autumnalis</i>	Outras	P / M	<i>Taraxacum officinale</i>	Outras	P / M
<i>Lolium perenne</i>	Gramíneas	P / F	<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosas	P / F
<i>Plantago lanceolata</i>	Outras	P / M	<i>Trifolium repens</i>	Leguminosas	P / F

Legenda - Utilização: T – tóxica, A – agressiva, P – pratense, F – forrageira, M - medicinal

Quadro 7 – Constituição físico-química das amostras de solo de cada parcela

	Parcela	A	Observações	B	Observações	C	Observações	D	Observações	E	Observações
	Textura	Franco-arenosa	Grosseira	Argilosa	Fina	Arenosa	Grosseira	Arenosa	Grosseira	Arenosa fina	Grosseira
	pH (H ₂ O)	5,5	Ácido	5,6	Pouco ácido	5,7	Pouco ácido	5,9	Pouco ácido	6,5	Pouco ácido
(%)	MO	3,43	Médio	10,1	Muito alto	3,43	Médio	2,21	Médio	1,88	Baixo
(mg/kg)	K ₂ O	80	Médio	61	Médio	51	Médio	82	Muito alto	91	Médio
	P ₂ O ₅	>200	Muito Alto	162	Alto	119	Alto	>200	Médio	>200	Muito alto
	Ca	550	Baixo	3928	Alto	606	Baixo	440	Baixo	633	Baixo
	Mg	67	Médio	119	Alto	16	Muito baixo	46	Baixo	62	Médio
	Fe	723,6	Muito Alto	1775,52	Muito alto	226,12	Muito alto	100,13	Muito alto	171,82	Muito alto
	Cu	2,88	Médio	8,03	Alto	0,94	Médio	0,56	Baixo	6,43	Médio
	Zn	11,28	Muito alto	39,45	Muito alto	14,19	Muito alto	9,99	Alto	15,25	Muito alto
	Mn	38,77	Médio	70,38	Alto	43,69	Médio	52,45	Alto	26,77	Médio
	B	0,72	Médio	0,64	Médio	1,26	Alto	0,88	Médio	0,66	Médio
	Relação Ca troca /Mg troca	5	Desfavorável	20	Muito desfavorável	23,2	Muito desfavorável	5,8	Desfavorável	6,2	Desfavorável
	Relação K troca /Mg troca	0,3	Adequado	0,4	Adequado	0,9	Alto	0,4	Adequado	0,4	Adequado
	Necessidade em cal (ton/ha)	4	Para elevar pH a 6,5	7	Para elevar pH a 6,5	4	Para elevar pH a 6,5	3	Para elevar pH a 6,5	0	Para elevar pH a 6,5

5.2.2. Parcela B – Demerbroeken

Nesta parcela B foram identificadas 24 espécies vegetais (quadro 8), pelo que se encontra na fase 4 na classificação Produtividade/Biodiversidade, segundo De Grande (2008), sendo considerada uma pastagem rica em espécies vegetais, embora com predominância de *Phalaris arundinacea* e uma produtividade potencial de 3 a 6 ton MS/ha/ano. Tal como indicado, estão presentes espécies tóxicas para os animais mas por outro lado também plantas medicinais.

Quadro 8 – Composição botânica da parcela B

Espécie	Grupo	Utilização	Espécie	Grupo	Utilização
<i>Alopecurus pratensis</i>	Gramíneas	P / F	<i>Juncus effusus</i>	Outras	A
<i>Cardamine pratensis</i>	Outras	P	<i>Lathyrus pratensis</i>	Leguminosas	P
<i>Carex acuta</i>	Outras	A	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Outras	A
<i>Carex acutiformis</i>	Outras	A	<i>Lythrum salicaria</i>	Outras	A
<i>Carex disticha</i>	Outras	A	<i>Phalaris arundinacea</i>	Gramíneas	P
<i>Cirsium arvense</i>	Outras	A	<i>Phragmites australis</i>	Gramíneas	A
<i>Cirsium speedistal</i>	Outras	A	<i>Poa annua</i>	Gramíneas	P
<i>Cirsium vulgare</i>	Outras	A	<i>Ranunculus flamula</i>	Outras	T
<i>Equisetum palustre</i>	Outras	T	<i>Rumex crispus</i>	Outras	T
<i>Glyceria fluitans</i>	Gramíneas	P / F	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Outras	A
<i>Holcus lanatus</i>	Gramíneas	P / F	<i>Taraxacum officinale</i>	Outras	P / M
<i>Iris pseudacorus</i>	Outras	A	<i>Vicia craca</i>	Leguminosas	P / F

Legenda - Utilização: T – tóxica, A – agressiva, P – pratense, F – forrageira, M – medicinal

5.2.3. Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef

Nesta parcela foram identificadas 17 espécies vegetais (quadro 9), pelo que se encontra na fase 3 de Produtividade/Biodiversidade, considerada medianamente rica em espécies numa mistura botânica sem dominância e uma produtividade média de 5 a 7 ton MS/ha/ano.

Quadro 9 – Composição botânica da parcela C

Espécie	Grupo	Utilização
<i>Agrostis canina</i>	Gramíneas	P / F
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gramíneas	P / F
<i>Cardamine pratensis</i>	Outras	P
<i>Carex hirta</i>	Outras	A
<i>Carex acuta</i>	Outras	A
<i>Carex disticha</i>	Outras	A
<i>Galium palustre</i>	Outras	A
<i>Glyceria fluitans</i>	Gramíneas	P / F
<i>Holcus lanatus</i>	Gramíneas	P / F
<i>Juncus effusus</i>	Outras	A
<i>Phalaris arundinacea</i>	Gramíneas	P
<i>Plantago lanceolata</i>	Outras	P / M
<i>Ranunculus acris</i>	Outras	T
<i>Ranunculus flamula</i>	Outras	T
<i>Ranunculus repens</i>	Outras	T
<i>Rumex acetosa</i>	Outras	T
<i>Taraxacum officinale</i>	Outras	P / M

Legenda - Utilização: T – tóxica, A – agressiva, P – pratense, F – forrageira, M – medicinal

5.2.4. Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef

Tendo em conta que a parcela D se destinava à produção de silagem de azevém e trevos branco e violeta, estas eram as espécies vegetais presentes no coberto vegetal. Eventualmente, estariam presentes uma ou outra espécies mas com um peso absolutamente residual em relação a todo o material vegetal presente. Posto isto, este prado apresentou-se muito pobre em espécies nativas, sendo classificado na fase 0 de Produtividade/Biodiversidade de De Grande (2008) e prevista uma produtividade de mais de 10 ton MS/ha/ano.

Em termos da fertilização, procedeu-se à aplicação de estrume de vaca no Outono de 2015, composto à base de estrume de vaca e palha em Abril de 2016, consequente aplicação de quieserite e limo em Maio e chorume proveniente da exploração em Maio e Agosto.

5.2.5. Parcela E – Shommelgrond

A parcela E apresentava-se nos mesmos moldes da parcela D relativamente à fertilização e constituição botânica, pese embora tenha sido semeada uma consociação de cevada com ervilha em 0,65 ha mas que acabou por perecer. Portanto, a flora era essencialmente composta por *Lolium perenne*, *Trifolium pratense* e *Trifolium repens*. Do mesmo modo que para a parcela D, esta é considerada na fase 0 em termos de Produtividade/Biodiversidade e com uma produtividade potencial superior a 10 ton MS/ha/ano. O procedimento da fertilização foi análogo ao da parcela D.

5.3. Produção de matéria seca das parcelas

5.3.1. Parcela A – L-weide

No dia 1 de Maio ocorreu a entrada dos animais nesta parcela; 1 touro, 9 vacas adultas e 4 crias entre os 3 e os 6 meses, equivalentes a 11,6 CN (cabeça normal), os quais permaneceram aqui durante 2 semanas (figura 13).



Figura 13. Animais em pastoreio na parcela A a 1 de Maio; Fotografia do autor

Após o corte de Setembro, fêmeas gestantes e em aleitamento, tiveram acesso a esta parcela com livre entrada e saída de outras parcelas contíguas, por ser uma parcela próxima do estábulo e de fácil controlo do caso de ocorrência de parto e nos primeiros dias dos vitelos. Pretendia-se o pastoreio da erva remanescente e a que ainda ia recrescendo dada a precipitação que se fazia sentir e temperaturas amenas. Os animais permaneceram na parcela até inícios de Dezembro. Como tal, não foi possível determinar a produtividade neste intervalo de tempo, pelo facto do encabeçamento não ser constante nem mesmo restrito a apenas esta parcela.

Na figura 14 consta a produtividade da parcela A, em termos de MS/ha, realizada nas 3 datas de amostragem.

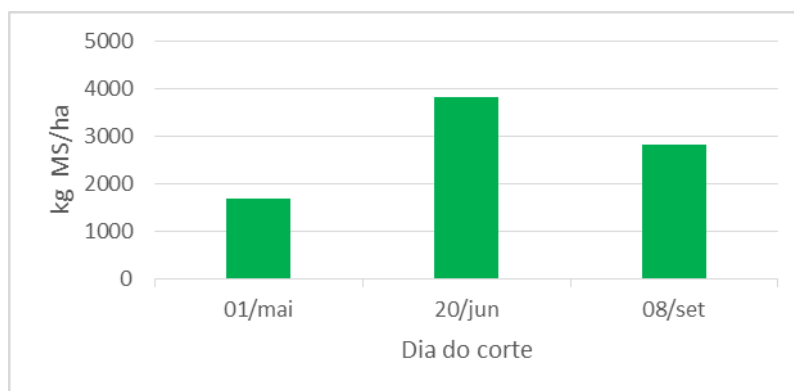


Figura 14. Produtividade da parcela A nas três datas de amostragem

A produção total foi de 8.345 kg MS/ha/ano não contabilizando o pastoreio desde Setembro a Dezembro.

A primeira amostragem foi efectuada no dia 1 de Maio e obteve-se uma estimativa de MS/hectare na ordem dos 1.680 kg (figura 14). A segunda amostragem coincidiu com o dia do primeiro corte para feno – 20 de Junho – da qual se obteve a estimativa de produção de 3.844 kg de MS/ha (figura 14). O segundo corte para feno ocorreu a 8 de Setembro, do qual se estimou uma produção de 2.821 kg de MS/ha (figura 14).

5.3.2. Parcela B – Demerbroeken

No dia 2 de Maio procedeu-se à entrada de 9 novilhas e uma vaca adulta, de nome Laure, para transmitir alguma tranquilidade aos animais jovens e algo irreverentes e inexperientes (figura 15). Com um encabeçamento aproximado de 0,6 CN por novilha e 1 CN da vaca adulta, tal correspondeu a 6,4 CN em 6 hectares de terreno. Devido à elevada precipitação ocorrida nos últimos dias de Maio, os animais tiveram que ser retirados da pastagem, tendo nesta permanecido apenas 30 dias. Voltaram a entrar no terreno a 12 de Julho, onde permaneceram até 17 de Novembro, excepcionalmente, devido à ausência de chuva intensa durante o mês de Outubro, correspondendo a mais 120 dias, totalizando 150 tendo em conta os 30 transactos.

Aquando da entrada dos animais, a 2 de Maio, procedeu-se à estimativa da produção pratense, tendo este resultado no valor de 2.900 kg MS/ha. Na amostragem realizada a 2 de Outubro, a produção estimada apresentou o valor de 2.080 kg MS/ha. No dia em que os animais foram retirados da pastagem – 17 de Novembro – a erva remanescente não permitia o corte com a foice, sendo residual.

É de salientar que a composição botânica desta parcela era algo heterogénea, apresentando uma elevada percentagem de *Juncus effusus*, de baixa palatibilidade e que, como tal, não é ingerida voluntariamente pelos animais, sendo as amostras recolhidas apenas de plantas que pudessem ser ingeridas e assim contabilizadas na produção potencialmente utilizável.



Figura 15. Animais em pastoreio na parcela B a 13 de Junho; Fotografia do autor

5.3.3. Parcela C – Bloemenwei aan de Prinsendreef

Embora o primeiro corte para feno na parcela C só tivesse ocorrido a 25 de Julho, no dia 8 de Maio procedeu-se a uma amostragem da erva para avaliar não só a produção potencial mas principalmente a constituição desta. A 25 de Julho procedeu-se ao corte da erva de toda a parcela, tendo-se recolhido, igualmente, amostras antes do corte para inferir sobre a produção de MS neste dia, tendo sido efectuado o mesmo procedimento aquando do 2º corte para feno, a 13 de Setembro.

Apresenta-se na figura 16 a produtividade da parcela nas quatro datas de amostragem.

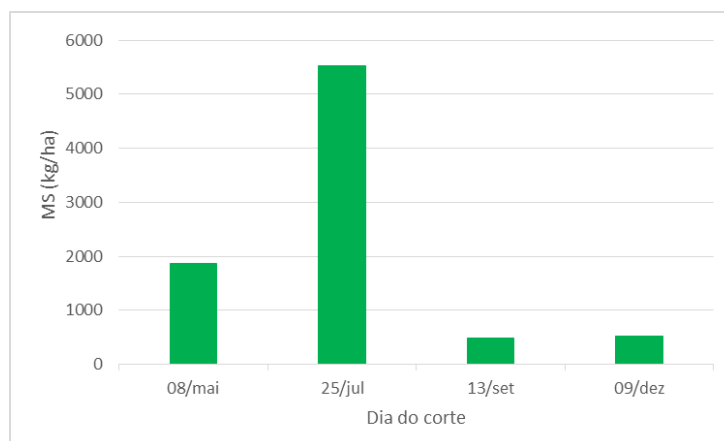


Figura 16. Produtividade da parcela C nas quatro datas de amostragem

A sua análise permite constatar que, apesar de não haver qualquer tipo de fertilização nesta parcela, a produtividade a 25 de Julho é bastante interessante, contudo de fraco valor nutricional.

As produtividades nos dias 8 de Maio, 25 de Julho, 13 de Setembro e 9 de Dezembro foram de 1.870 kg MS/ha, 5.530 kg MS/ha, 480 kg MS/ha e 530 kg MS/ha, respectivamente (figura 16).

As figuras 17 e 18 demonstram o aspecto das parcelas C e D.



Figura 17. Fotografia da parcela C a 8 de Maio; Fotografia do autor



Figura 18. Fotografia da parcela C à esquerda dos prumos e da parcela D à direita, a 19 de Junho; Fotografia do autor

5.3.4. Parcela D – Grasklaver aan de Prinsendreef

Na parcela D procedeu-se à amostragem da erva nos dias em que se efectuou o corte com a gadanheira para, no dia seguinte, ensilar a biomassa cortada. Dessas amostragens, nos dias 8 de Maio, 18 de Julho, 13 de Setembro e 14 de Outubro, obtiveram-se as quantidades de MS/ha apresentadas na figura 19. O material vegetal cortado, após pré-secagem anterior ao enfardamento, deu origem à silagem de cada um dos cortes depois analisada no laboratório.

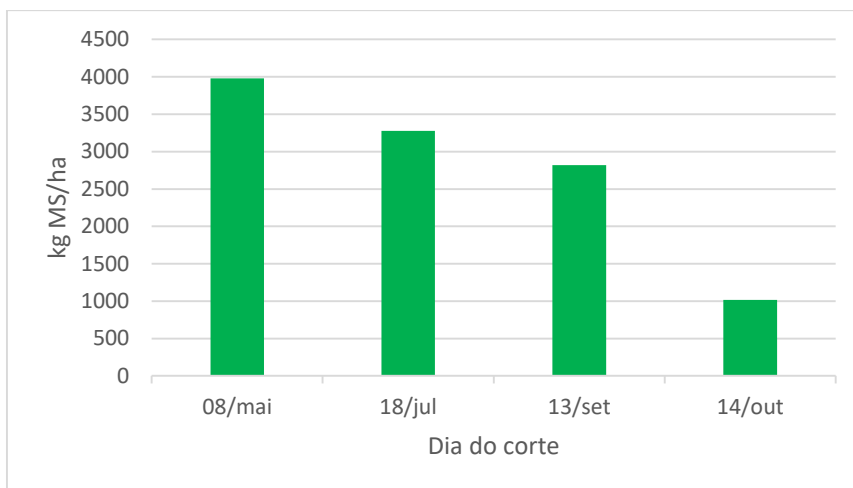


Figura 19. Produção de forragem da parcela D nas quatro datas de amostragem

As produções de matéria seca por hectare das várias amostragens foram de 3.980 kg a 8 de Maio, 3.280 kg a 18 de Julho, 2.820 kg a 13 de Setembro e 1.015 kg a 14 de Outubro.

Da observação da figura 19 pode concluir-se que a produção de MS foi diminuindo ao longo do ano, sendo máxima na Primavera. É de realçar o facto do material vegetal ter teores de água crescentes de corte para corte, influenciando de forma inversamente proporcional a quantidade de MS produzida.

O solo desta parcela apresentava níveis de magnésio reduzidos, repercutindo-se na produção de erva devido à necessidade de magnésio para a constituição da clorofila ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) implicada na fotossíntese.

Nas figuras 20 e 22 apresentam-se pormenores do estado do coberto vegetal da parcela D a 18 de Junho e 14 de Outubro, respectivamente e na figura 21 os fardos de silagem a 17 de Outubro.



Figuras 20. Estado da vegetação a 18 de Junho; Fotografia do autor



Figuras 21. Particularidade dos fardos a 17 de Outubro; Fotografia do autor



Figura 22. Aspecto de parte da vegetação da parcela D a 14 de Outubro; Fotografia do autor

5.3.5. Parcela E – Shommelgrond

Na parcela E efectuou-se a amostragem da erva tal como na parcela D, embora neste caso num total de 5 cortes ao longo do ano. O corte de 8 de Junho foi efectuado um pouco antecipadamente, não que a produção de erva fosse a melhor mas sim por forma a, no 3º corte, poder uniformizar-se a gestão dos 0,65 ha que foram acoplados a partir deste. Foi devido a esta junção que o 3º e 4º cortes apresentaram valores mais elevados de MS/ha do que os anteriores. No último corte, realizado a 14 de Outubro, a percentagem de água presente no coberto vegetal, composto essencialmente por trevos, diminuiu grandemente a produção de MS mas tendo valores de PB extremamente elevados conforme se pode observar no quadro 7. A elevada produtividade desta parcela parece ter-se devido à fixação de azoto atmosférico por parte das leguminosas.

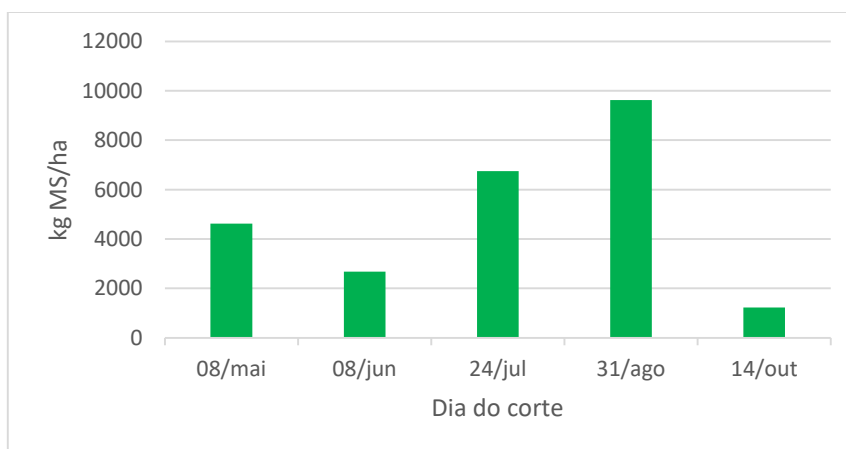


Figura 23. Produção de forragem da parcela E nas cinco datas de amostragem

As produções ao longo das diferentes datas de amostragem foram, de 4.620 kg MS/ha a 8 de Maio, 2.671 kg MS/ha a 8 de Junho, 6.742 kg MS/ha a 24 de Julho, 9.625 kg MS/ha a 31 de Agosto e 1.221 kg MS/ha a 14 de Outubro (figura 23).

Verificou-se uma produção total de cerca 25 toneladas de MS ao longo do ano nesta parcela, o que nos sugere que, com um teor médio de 17,4% de PB (quadro 10) nessas 25 toneladas, se obteve um total de 4.350 kg de PB ao longo do ano. Se dividirmos este valor pelo factor 6,5, constatamos que são retirados 669 kg de azoto de cada hectare por ano. Como a administração de azoto é restrita a 170 kg/N/ha.ano⁻¹, conclui-se que as leguminosas fixaram cerca de 500 kg de N/hectare.



Figura 24. Aspecto de parte da vegetação da parcela E a 14 de Outubro; Fotografia do autor

Na figura 25 consta a produtividade cumulativa de cada parcela desde Maio a Novembro de 2016.

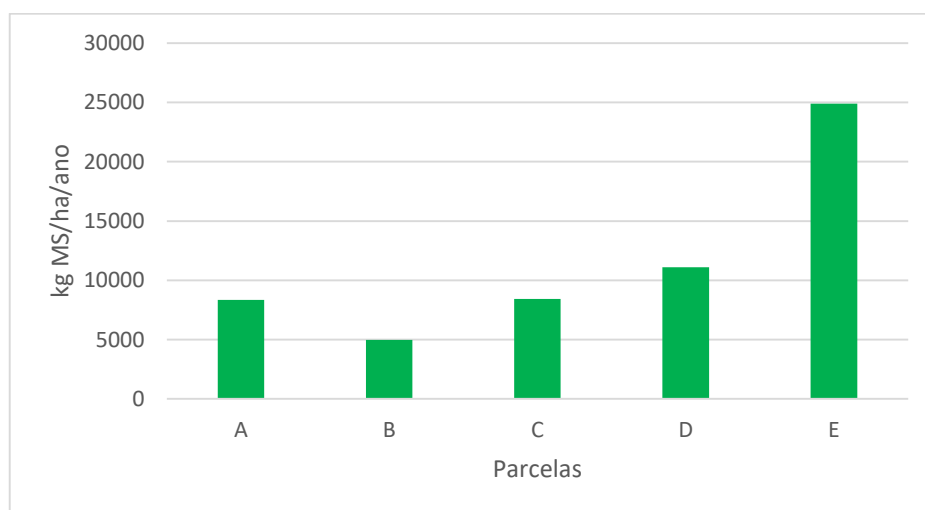


Figura 25. Produtividade anual estimada de cada parcela por hectare, de Maio a Novembro de 2016

Tal como foi referido aquando da caracterização da composição em espécies vegetais de cada parcela (cap. 5.2.), fez-se menção ao quadro 3 relativamente à produtividade esperada tendo em conta o tipo de vegetação de determinada pastagem. Para a parcela A era expectável uma produtividade de 6 a 8 ton MS/ha/ano, vindo-se a verificar a produção de 8.345 kg MS/ha/ano, não tendo em conta a erva pastoreada de Setembro a Dezembro, o que seria de esperar pois a mesma encontra-se entre as fases 1 e 2 de produtividade. É importante referir que a produtividade da parcela tem vindo a diminuir ao longo dos anos, desde que a mesma foi convertida para modo biológico e não são aplicados quaisquer fertilizantes, tendo sido fornecidos dados do dono da exploração que comprovam isso mesmo: 54 fardos de feno em 2013, 36 em 2014, 30 em 2015 e 38 em 2016 (Sannen, comunicação pessoal).

Relativamente à parcela B, a determinação de produtividade não está correcta pois faltam-nos valores da produção aquando da saída dos animais, sendo que, através dos cálculos da ingestibilidade se verifica que estes consumiram mais do que o valor a que se chegou pelo método da recolha de amostras de material vegetal. No entanto, este valor apresentou-se dentro da escala para a o tipo de vegetação presente, sendo de aproximadamente 5 ton MS/ha/ano.

No caso da parcela C, a produtividade anual foi de 8.415 kg MS/ha, verificando-se um pouco superior ao esperado, facto compreensível por apenas apresentar 17 espécies vegetais, estando, tal como a parcela A, ainda em fase de transição. Produziram-se 28 fardos no ano de 2015 e 18 em 2016. Em 2014 e 2013 a fenação foi aglutinada à produção da parcela D, tendo-se obtido 39 e 54 fardos, respectivamente.

A parcela D apresentou uma produtividade anual de MS próxima das 11 toneladas, o que era de esperar, perfazendo 38 fardos, assim como em 2015. Schneiter (1961), observou aumentos de produção com aplicação de chorume, permitindo aumentar o encabeçamento de 1,73 para 2,57 CN/ha, de 4.251 para 6.328 kg leite/ha e de 6.800 para 9.894 L de leite por vaca.

É, também, de realçar que os dejectos devem ser tidos em conta pois uma vaca de 500 kg produz, em média, durante 24 horas, cerca de 25 kg de fezes e 15 kg de urina, o que representa cerca de 200 g de azoto (N), 60 g de P_2O_5 , 300 g de K_2O e 125 g de CaO. Em virtude disso, em regime estrito de pastoreio são restituídos por animal, em 180 dias, em torno de 36 kg de N, 11 kg de P_2O_5 , 54 kg de K_2O e 23 kg de CaO por hectare, ou seja, quantidades muito apreciáveis. Estas quantidades, porém, não são totalmente utilizáveis pelo tapete vegetal. Quanto ao K e ao N são facilmente solúveis, em especial na urina, sendo apenas convertidas em forragem cerca de 50 a 60 % das quantidades excretadas (Knauer, 1968).

Em termos de produtividade/hectare, a parcela E foi a que apresentou umas excepcionais 25 toneladas de MS/ano num total de 75 fardos.

Em suma, pelo produto entre a produtividade cumulativa/ha/ano e a área em hectares de cada parcela, obtem-se a estimativa da produtividade de cada parcela/ano: A – 22.867 kg/MS, B – 29.822 kg/MS, C

– 11.783 kg/MS, D – 14.426 kg/MS, E – 59.008 kg/MS. Constatou-se, assim, que as 5 parcelas produziram cerca de 138 toneladas de MS nos 14 hectares sobre os quais incidiu o estudo.

É de considerar um aspecto que consta do quadro 3 no que diz respeito à fase 5, a qual é indicada como sendo uma pastagem de solos pobres. Esta observação prende-se com o facto de se verificar uma perda de produtividade à medida que se desce na escala, tendo, em boa medida, que ser vista numa forma holística e, assim sendo, estarmos a comprometer a produtividade por hectare em função da biodiversidade. Neste sentido, considera-se que uma gestão sustentável não se encontra em nenhum dos extremos da escala mas sim algures no meio.

5.4. Composição química das pastagens e forragens

No quadro 10 figuram os teores relativos à composição química determinada em laboratório e respectivos valores energético azotado calculados com base nas equações do INRA (INRA, 2007), das pastagens e forragens em estudo.

É notória a diferença na composição química e consequente valor energético e azotado das forragens ao longo do ano e da forragem em verde para a forragem depois de conservada. Este aspecto já foi abordado na fundamentação teórica e, como tal, é apenas a confirmação da interacção de todos os factores que influem sobre a qualidade das forragens.

Regra geral, existem perdas entre o corte da erva e a sua conservação, sendo essa diferença maior nos feno do que nas silagens devido ao tempo de permanência da erva no solo para feno ser superior ao para ensilar.

De facto, o feno da parcela A a 3 de Julho revelou-se de pior qualidade devido ao avançado estado fenológico da erva pelo facto das condições meteorológicas não terem permitido o corte da mesma no seu momento óptimo. No entanto, apresenta um valor em UFL superior ao de outras forragens conservadas sob a forma de silagem.

Em relação à parcela B, a pastagem mostrou uma qualidade média, embora o desempenho das novilhas que nela pastorearam não tenha sido o esperado, pois, como se pode constatar, a cinza presente na forragem é bastante elevada (quadro 10), entendível pelo facto dos níveis de minerais no solo serem extremamente elevados, levando à ocorrência de antagonismo entre os minerais ingeridos, reduzindo a absorção dos mesmos com efeitos no metabolismo dos animais.

As forragens da parcela C apresentaram uma constituição química apreciável, mesmo em Dezembro, tendo em conta que não foi fertilizada.

O resultado da PB da amostra conservada do dia 13 de Setembro da parcela D (quadro 10) revelou que a amostragem do fardo não foi suficientemente representativa da forragem total, com efeito, não é

aceitável que um teor de proteína de 19.3% na forragem em verde correspondesse a 9.7% de PB no feno a que deu origem.

Quadro 10 – Composição química determinada, valor energético, valor azotado e quantidade ingerida de matéria seca por quilo de peso metabólico do animal, estimados, das pastagens e forragens das 5 parcelas no ano de 2016

			Composição química							Valor energético	Valor azotado			Ing. g/kg PV ^{0,75}
			%	% na matéria seca							g/kg MS			
Parcela	dia de Corte	VS	MS	PB	NDF	ADF	ADL	Cinza	MO	UFL	PDIA	PDIN	PDIE	QIB
A	01/mai	V	19.6	14.6	41.6	22.4	11.7	6.2	93,8	0.95	34,8	83,4	83,5	95,7
A	20/jun	V	21.2	11.6	58.1	31.8	4.6	5.2	94,8	0.77	33,6	68,9	73,9	83,6
A	03/jul	V	53.0	7.5	63.3	33.6	4.2	4.6	95,4	0.72	15,9	38,4	37,2	97,6
A	03/jul	Cf	76.2	7.3	69.1	37.4	5.4	5.0	95	0.62	5,7	26,7	12,4	99,3
A	08/set	V	23.1	16.7	57.7	28.3	5.0	7.4	92,6	0.83	55,2	106,6	94,8	95,2
A	08/set	Cf	76.5	11.2	62.6	31.0	4.3	7.5	92,5	0.69	23,5	56,1	28,2	107,4
B	02/mai	V	24.5	13.3	50.9	22.4	2.7	7.6	92,4	0.92	49,8	90,4	93,3	96,8
B	02/out	V	17.5	14.1	63.7	33.5	5.2	13.4	86,6	0.65	44,3	87,4	78,2	80,6
C	08/mai	V	24.7	11.3	55.9	25.2	3.0	4.3	95,7	0.90	41,4	75,6	85,5	92,0
C	25/jul	V	28.8	8.9	67.2	34.8	4.2	3.4	96,6	0.72	22,0	48,8	57,2	82,5
C	25/jul	Cf	55.0	7.5	70.3	37.7	6.7	3.7	96,3	0.63	6,6	28,2	25,1	87,1
C	13/set	V	20.5	16.4	59.2	28.8	5.4	6.9	93,1	0.82	53,9	104,4	95,4	92,6
C	13/set	Cf	70.4	14.2	61.8	30.3	3.4	9.0	91	0.63	37,1	78,6	42,5	104,5
C	09/dez	V	21.0	17.1	52.3	19.7	2.9	6.7	93,3	1.01	56,8	109,5	105,6	102,9
D	08/mai	V	31.0	9.6	44.8	20.8	1.8	5.4	94,6	0.98	22,0	52,3	64,4	97,7
D	08/mai	Cs	52.4	10.3	47.6	24.3	1.8	6.1	93,9	0.98	13,4	50,1	40,2	107,4
D	18/jul	V	22.4	10.0	56.4	30.0	3.6	5.4	94,6	0.80	15,0	46,7	56,2	83,7
D	18/jul	Cs	38.1	10.6	62.5	36.4	4.6	10.1	89,9	0.60	6,4	46,7	30,6	82,5
D	13/set	V	14.3	19.3	50.7	26.0	4.0	11.1	88,9	0.78	52,3	114,9	93,8	91,0
D	13/set	Cs	45.5	9.7	58.9	32.3	3.9	6.4	93,6	0.70	3,8	39,5	28,3	89,9
D	14/out	V	16.3	23.4	49.9	21.6	3.0	9.3	90,7	0.91	68,1	144,8	113,8	103,3
D	14/out	Cs	26.4	19.6	49.5	27.0	2.5	12.3	87,7	0.78	30,8	109,8	65,3	93,9
E	08/mai	V	41.3	11.8	46.9	23.6	2.3	7.6	92,4	0.90	30,9	68,4	62,2	104,8
E	08/mai	Cs	34.2	12.1	50.0	26.6	2.3	8.6	91,4	0.89	17,0	63,8	53,2	94,8
E	08/jun	V	57.9	14.9	54.4	30.7	2.8	9.3	90,7	0.77	35,0	82,7	50,1	113,9
E	08/jun	Cs	38.7	17.0	51.4	31.7	3.5	13.0	87	0.60	26,4	91,3	47,3	90,2
E	24/jul	Cs	27.0	16.8	50.2	33.8	3.9	12.4	87,6	0.54	23,3	90,6	48,7	79,1
E	31/ago	V	37.0	19.0	46.4	25.2	3.4	10.7	89,3	0.82	51,2	112,7	79,0	107,3
E	31/ago	Cs	23.6	19.7	46.4	26.9	3.0	12.0	88	0.79	30,2	110,6	67,1	92,6
E	14/out	V	18.6	19.0	50.0	23.6	3.7	9.1	90,9	0.88	51,2	112,7	94,6	97,4
E	14/out	Cs	18.7	22.0	37.1	22.3	2.6	15.7	84,3	0.89	61,6	126,2	77,2	98,3

Legenda: V – verde; Cf – conservada sob a forma de feno; Cs – conservada sob a forma de silagem

No quadro 11 consta a constituição da matéria vegetal em termos de minerais.

Quadro 11 – Composição em minerais das amostras de pastagem e forragem

Constituição em minerais das pastagens e forragens														
Parcela	dia de corte	VC	g /kg de MS											
			Ca	K	Mg	Na	P	S	Mn	Fe	Cu	Zn	B	Mo
A	01/mai	V	7,62	13,91	2,34	1,16	3,14	2,45	0,2945	0,3130	0,0061	0,0530	0,0080	0,0040
A	20/jun	V	5,65	11,76	2,03	1,33	2,87	1,90	0,3806	0,4586	0,0055	0,0486	0,0019	0,0052
A	03/jul	V	3,20	12,27	1,31	0,81	1,86	1,15	0,1672	1,0398	0,0020	0,1386	0,0000	0,0052
A	03/jul	Cf	4,36	8,40	1,78	1,17	1,96	1,29	0,2290	0,7165	0,0019	0,0401	0,0040	0,0036
A	08/set	V	7,62	13,95	3,06	1,44	2,88	3,07	0,4068	0,2574	0,0042	0,0550	0,0066	0,0056
A	08/set	Cf	7,91	13,87	2,80	0,97	3,46	2,69	0,2952	0,1759	0,0062	0,0619	0,0053	0,0032
B	02/mai	V	4,93	22,78	1,05	0,71	2,95	2,09	0,1349	0,3325	0,0073	0,0422	0,0012	0,0075
B	02/out	V	8,07	24,25	1,64	2,91	2,92	4,25	0,2286	1,2313	0,0073	0,0747	0,0067	0,0022
C	08/mai	V	5,41	12,32	1,26	1,31	2,85	2,17	0,5409	0,0870	0,0067	0,0498	0,0021	0,0016
C	25/jul	V	3,96	8,29	1,11	1,78	1,79	1,86	0,5042	0,1404	0,0040	0,0492	0,0001	0,0014
C	25/jul	Cf	4,10	6,26	1,52	2,07	1,82	2,00	1,2068	0,2485	0,0036	0,0943	0,0024	0,0030
C	13/set	V	10,36	11,42	2,64	2,50	2,58	4,91	0,5454	0,1996	0,0092	0,0772	0,0092	0,0005
C	13/set	Cf	5,81	16,43	2,35	2,49	3,35	2,93	0,3259	0,5931	0,0060	0,0720	0,0057	0,0062
C	09/dez	V	8,73	7,84	4,03	4,93	4,45	4,63	0,6986	0,3473	0,0297	0,1179	0,0425	0,0439
D	08/mai	V	5,38	15,60	1,33	0,44	2,29	1,48	0,2463	0,1345	0,0006	0,0275	0,0024	0,0009
D	08/mai	Cs	5,57	14,85	1,52	0,48	2,50	1,50	0,2896	0,1805	0,0024	0,0287	0,0015	0,0045
D	18/jul	V	5,44	16,63	1,65	0,47	2,26	2,67	0,4005	0,2171	0,0040	0,0301	0,0004	0,0033
D	18/jul	Cs	7,35	19,72	1,85	0,93	3,33	3,22	0,2372	0,3090	0,0040	0,1313	0,0032	0,0030
D	13/set	V	8,20	35,22	2,10	1,83	3,32	3,00	0,2499	0,2535	0,0048	0,0480	0,0126	0,0031
D	13/set	Cs	7,11	15,94	1,72	2,49	2,17	2,46	0,4690	0,2229	0,0033	0,0406	0,0045	0,0011
D	14/out	V	8,34	24,57	2,27	2,08	3,37	5,01	0,1613	0,1808	0,0109	0,0557	0,0057	0,0053
D	14/out	Cs	6,23	25,38	1,91	0,85	3,91	6,42	0,2537	0,5848	0,0050	0,0730	0,0016	0,0000
E	08/mai	V	6,35	23,95	2,06	0,53	3,24	1,90	0,0776	0,4511	0,0053	0,0454	0,0032	0,0045
E	08/mai	Cs	8,20	22,76	2,63	0,31	3,28	1,78	0,0570	0,2535	0,0032	0,0882	0,0046	0,0052
E	08/jun	V	7,25	24,69	3,00	0,33	4,10	4,18	0,1025	0,5570	0,0050	0,0530	0,0047	0,0066
E	08/jun	Cs	9,08	26,31	3,25	0,46	4,39	4,24	0,0943	0,7804	0,0050	0,0563	0,0086	0,0046
E	24/jul	Cs	10,52	22,23	3,58	0,65	3,80	3,77	0,0646	0,8464	0,0072	0,0530	0,0098	0,0041
E	31/ago	V	11,79	26,87	4,04	0,74	4,53	5,37	0,0400	0,2951	0,0083	0,0429	0,0121	0,0047
E	31/ago	Cs	9,95	25,91	3,32	0,73	3,83	4,20	0,0635	0,8131	0,0078	0,0480	0,0116	0,0042
E	14/out	V	10,28	22,61	3,92	1,07	3,42	5,48	0,0818	0,4007	0,0067	0,0734	0,0070	0,0037
E	14/out	Cs	9,68	24,88	2,80	0,62	2,78	2,69	0,0427	1,0472	0,0102	0,0412	0,0104	0,0035

Legenda: V – verde; Cf – conservada sob a forma de feno; Cs – conservada sob a forma de silagem

Os ruminantes que pastoreiam ou que são alimentados com silagem ou feno podem estar expostos a níveis excessivos de ferro através da ingestão de forragem, água ou solo. A possibilidade de uma dieta com teores elevados de ferro contribui para a redução de cobre absorvível (Harrison *et al.*, 1992).

Na parcela B, o valor de ferro do corte do dia 2 de Outubro é de 1,23 g/kg MS (quadro 11). Se for tida em conta a ingestão voluntária de 80g / PV^{0,75}, uma novilha com 400 kg de PV poderá ingerir aproximadamente 7 kg de MS por dia. Se for considerado que cada kg de MS ingerida contém 1,23 g de ferro, o animal irá ingerir 8,80 g de ferro por dia. No quadro 2 pode-se observar-se que um animal em crescimento necessita de 20 mg de ferro / kg MS ingerido, ou seja, necessita de 0,14 g de ferro por dia, considerando a ingestão de 7 kg MS. Como tal, a ingestão de 8,80 g em vez das 0,14 necessárias, pode causar uma toxicidade de ferro. Esta mesma analogia poderá ser efectuada para todos os outros elementos.

Ao longo do ano, o teor de elementos minerais nas plantas é mais elevado devido ao aumento do volume de solo explorado pelas raízes em crescimento e captação de maiores quantidades de minerais no solo que, até então, não eram alcançados pelas raízes quando a dimensão destas era menor.

Os teores de enxofre das pastagens e forragens mostraram-se particularmente baixos (quadro 11), sendo este um elemento indispensável à produção dos aminoácidos metionina e cistina, pelo que, havendo défice do mesmo, a construção de músculo não se efectua de forma eficiente. Efectivamente, no início da Primavera de 2017, procedeu-se à análise de sangue de alguns animais e constatou-se que estes apresentavam défice de zinco e magnésio, facto que comprovara a deficiente absorção destes elementos.

5.5. Diferenças da composição química entre forragem verde e conservada sob a forma de feno

Tendo em conta que neste estudo foram obtidas 4 forragens conservadas sob a forma de feno, não foi possível aplicar análise estatística aos valores obtidos. Contudo, efectuou-se a determinação das perdas ou acréscimos de alguns constituintes das forragens conservadas sob a forma de feno, relativamente à forragem verde para a mesma data de corte. No Quadro 12 apresentam-se os valores da média e desvio padrão das diferenças (nas unidades referidas nos quadros 10 e 11), assim como a variação relativa. Como se pode observar pelos elevados valores do desvio padrão, as diferenças entre forragem verde e conservada sob a forma de feno são bastante díspares de umas datas de corte para outras para alguns constituintes. Houve um decréscimo dos teores de PB nos 4 casos analisados e um aumento dos valores de NDF, ADF, ADL e cinza. Relativamente aos minerais, em média, ocorreram perdas dos teores de Mg, Na, P, Mn, Fe, Zn, B e Mo, enquanto os teores de Ca, K, S e Cu aumentaram.

Quadro 12 – Média e desvio padrão das quatro diferenças (cada diferença corresponde a uma data de corte) entre a composição na forragem verde (V) e conservada sob a forma de feno (Cf). Na última coluna apresenta-se a média das quatro diferenças relativas.

Componente	Média das diferenças (V – Cf)	Desvio padrão	Média das diferenças relativas (V – Cf / V) (%)
PB	2,325	2,2706	16,19
NDF	-4,1	1,5033	-6,66
ADF	-2,725	0,9465	-8,60
ADL	-0,25	1,9942	-9,26
Cinza	-0,725	0,9251	-12,33
Ca	0,7382	2,5831	0,02
K	0,2427	3,8286	3,19
Mg	-0,0819	0,4144	-13,30
Na	-0,0426	0,3738	-6,71
P	-0,3686	0,3677	-14,16
S	0,5157	1,0021	8,03
Mn	-0,1083	0,4127	-27,15
Fe	-0,0242	0,3029	-52,85
Cu	0,0004	0,0022	0,76
Zn	0,0129	0,0610	-6,59
B	-0,0004	0,0034	-395,56
Mo	-0,0008	0,0037	-271,64

5.6. Disponibilidades *versus* Necessidades

5.6.1. Pastagens

5.6.1.1. Parcela A

A disponibilidade de erva é determinada pelo produto entre a produção (kg) de MS total da parcela e o componente a ser estudado em kg MS. Conhecendo as necessidades alimentares diárias de cada animal presente numa parcela estima-se as necessidades totais da manada em determinado período.

Em todas as estimativas das disponibilidades de alimento foram considerados 15% para percas da disponibilidade aparentemente utilizável, desde o corte, passando pelo encordoamento, enfardamento e plastificação dos fardos, à administração ao animais e desperdícios que ocorrem aquando da preensão por partes destes enquanto se alimentam.

Nas figuras 26, 27 e 28, consta esta comparação entre disponibilidade e necessidades, assim como o saldo entre elas.

Durante as duas semanas de pastoreio efectuado por 1 touro, 9 vacas adultas e 4 crias entre os 3 e os 6 meses, verificou-se que o alimento disponível foi suficiente para cobrir as necessidades energéticas e azotadas da manada, tendo em conta a concentração em energia e proteína da pastagem e a capacidade de ingestão dos animais.

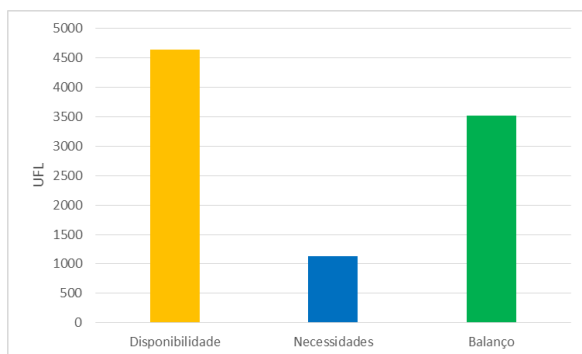


Figura 26. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias

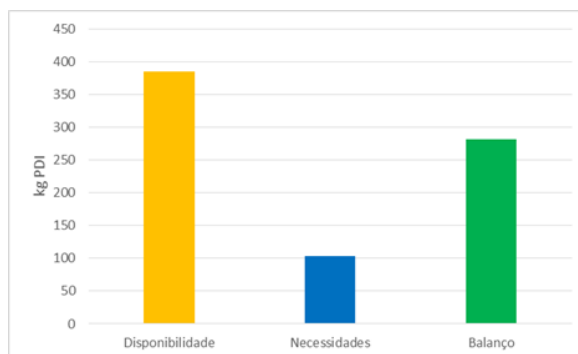


Figura 27. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias

A disponibilidade de minerais é determinada pelo produto entre a produção (kg) de MS de erva total da parcela e o valor de mineral/kg MS.

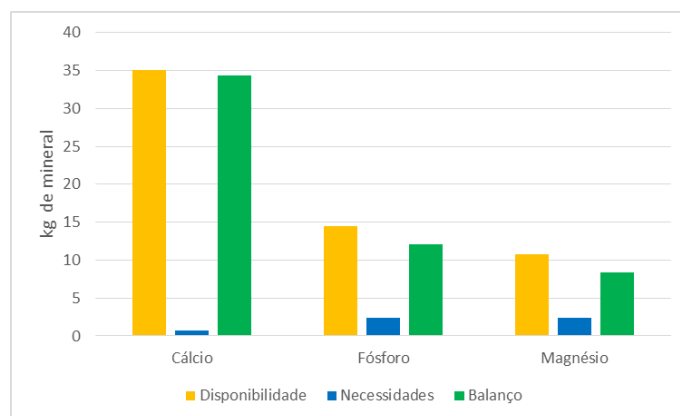
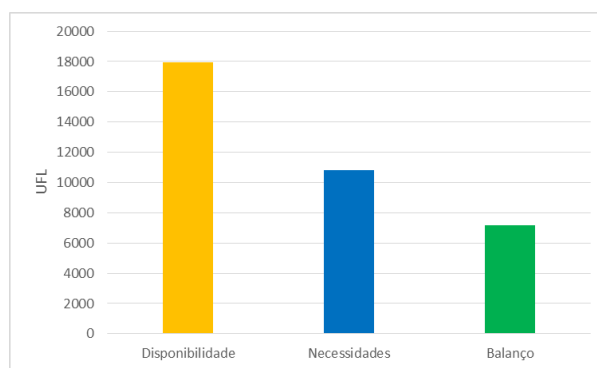


Figura 28. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela A durante os 14 dias

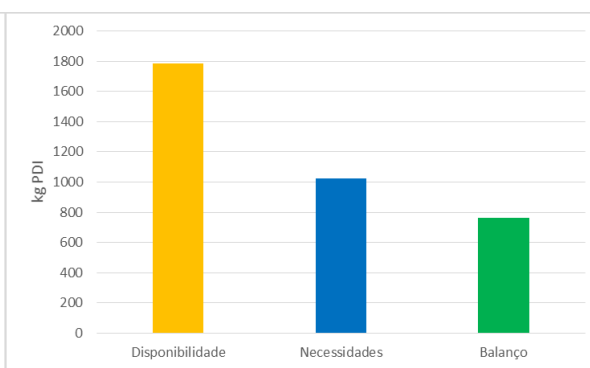
De igual modo, a disponibilidade de minerais na erva da pastagem ultrapassa em larga escala a necessidade dos animais, podendo aumentar-se o encabeçamento ou o período de pastoreio deste mesmo. No entanto, ao exercer uma pressão de pastoreio mais elevada, a erva remanescente não seria suficiente para produzir uma quantidade de matéria seca tão elevada no corte de Julho, podendo mesmo vir a comprometer a acumulação de reservas glucídicas nas raízes das plantas, necessárias ao recrescimento.

5.6.1.2. Parcela B

Nas figuras 29, 30 e 31 encontra-se o balanço entre UFL, PDI, Ca, P e Mg presentes na pastagem da parcela B durante 150 dias e as necessidades dos mesmos, requeridas pelos animais que dela se alimentaram ao longo desse período de tempo.



Figuras 29. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias



Figuras 30. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias

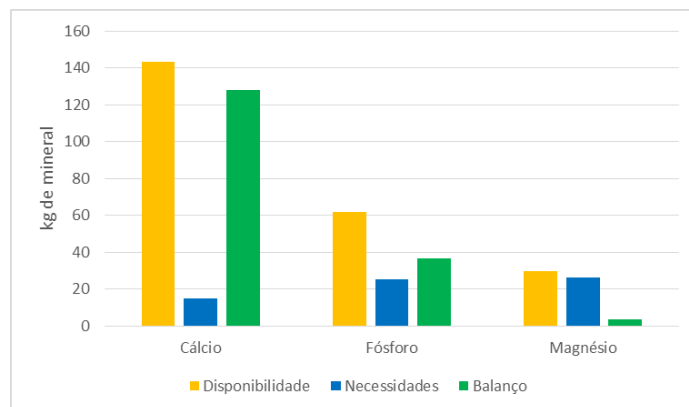


Figura 31. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela B durante os 150 dias

Da figura anteriormente apresentada, pode concluir-se que o alimento disponível é, em termos nutricionais, suficiente para cobrir as necessidades alimentares dos animais que se alimentaram da erva produzida nestas parcelas durante o tempo em que lá permaneceram.

Todavia, existe na composição botânica da pastagem plantas de fraca palatibilidade e, portanto, a disponibilidade de alimento aparente pode não ser real, dada a selectividade relativa que os animais apresentam ao pastarem.

Para além disso, deve ser tido em conta que, embora os elementos minerais determinados estejam presentes em quantidade suficiente para suprir as necessidades fisiológicas dos animais, existem antagonismos entre eles que dificultam a absorção de outros e, assim, a digestibilidade de outros.

5.6.1.3. Parcela C

No dia 10 de Dezembro, os animais que haviam estado na parcela B, deram entrada na parcela C por um período de 12 dias, sendo as suas necessidades nutricionais calculadas e comparadas com o valor alimentar da pastagem existente, cujos valores constam no quadro 9 (figuras 32, 33 e 34).

Nos 10 dias em que os animais se encontraram nesta parcela, as suas necessidades energéticas e proteicas não foram totalmente supridas. Contudo, este facto não foi grave pois o tempo de permanência na parcela foi extremamente reduzido e o balanço apenas se tornou negativo do 11º para o 12º dia, sendo que no 12º dia foram estabuladas e puderam alimentar-se de forragem conservada. De facto, pode parecer descabida a logística exercida com o transporte dos animais duma parcela para outra por apenas 12 dias, mas a realidade é que tal procedimento permite um aproveitamento da erva remanescente e, com isso alimentar 10 animais, ou o equivalente a 1 animal por 120 dias. Ao nível dos minerais, a quantidade destes mostrou-se suficiente para satisfazer as necessidades dos 10 animais neste período.

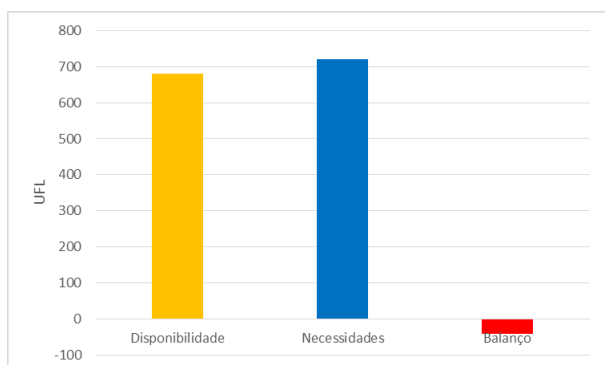


Figura 32. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias

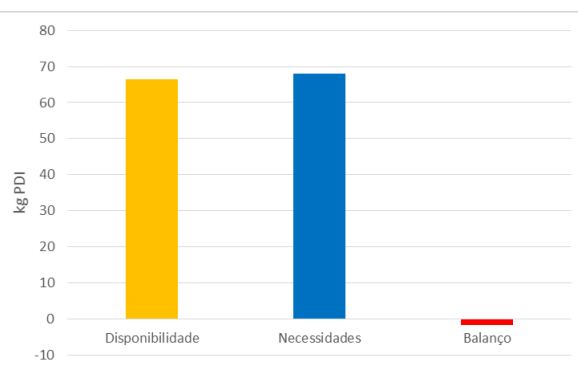


Figura 33. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias

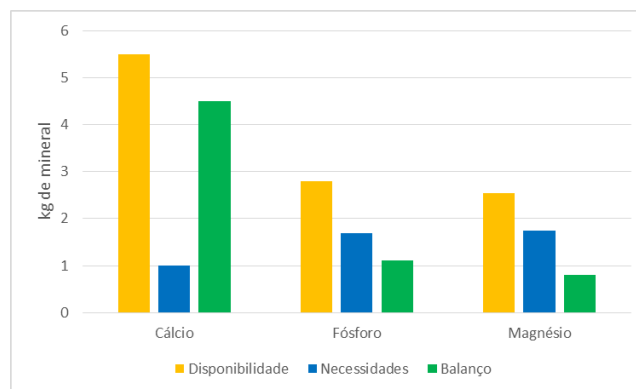


Figura 34. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais requeridas pelo encabeçamento que pastoreou a parcela C durante os 12 dias

5.6.2. Forragens

5.6.2.1. Balanço entre a disponibilidade e as necessidades nutricionais do efectivo pecuário durante os 6 meses de estabulação

Conhecendo as necessidades alimentares anuais da exploração, este valor foi dividido por dois, uma vez que os animais se encontram estabulados cerca de metade do ano, sendo comparado com a soma do valor alimentar/mineralógico de cada forragem analisada multiplicado pela produtividade obtida, ou seja, kg/MS.corte^{-1} de cada parcela \times valor alimentar/kg MS = valor alimentar/parcela.corte⁻¹. Da soma de cada valor alimentar/parcela.corte⁻¹ obteve-se a disponibilidade alimentar das forragens conservadas de todos os cortes de todas as parcelas. Apresentam-se nas figuras 35 e 36 o balanço entre disponibilidade de alimento e as necessidades alimentares da manada durante os meses em que está estabulada.

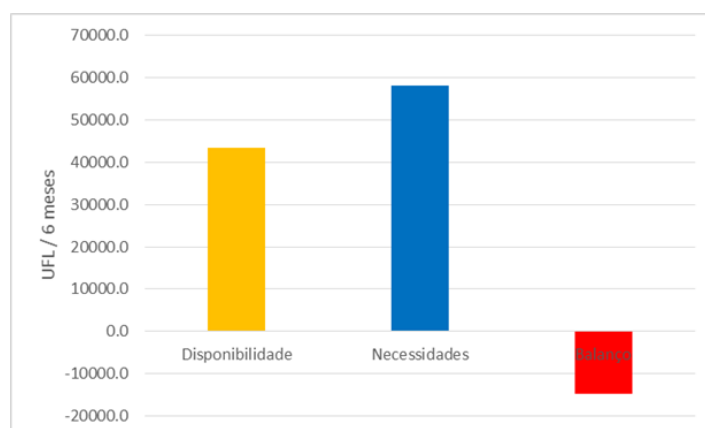


Figura 35. Disponibilidade vs. Necessidades de UFL durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo pecuário

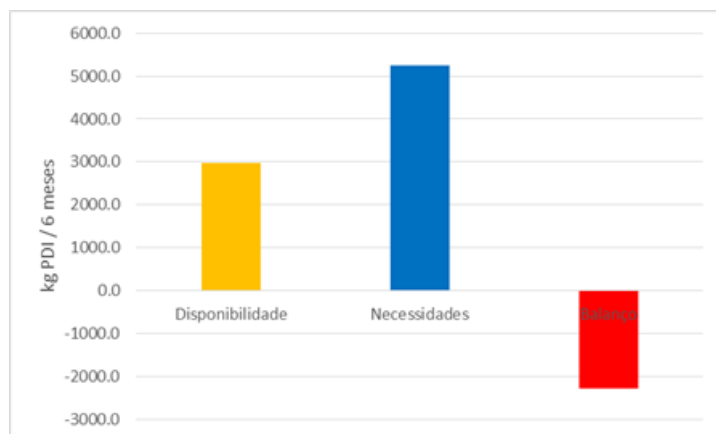


Figura 36. Disponibilidade vs. Necessidades de PDI durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo pecuário

A sua análise mostra que, as necessidades em energia e proteína não são supridas apenas pelas forragens, havendo necessidade duma suplementação com outros alimentos, como já foi referido, tais como o triticale e a semente de linho extrudido.

Tendo em conta o facto de o balanço entre as necessidades e a disponibilidade, tanto em UFL como em PDI serem negativos, foi tomado o valor em falta como as necessidades a serem cobertas pelo triticale e a semente de linho extrudido, estando esse no balanço exposto nas figuras 37 e 38.

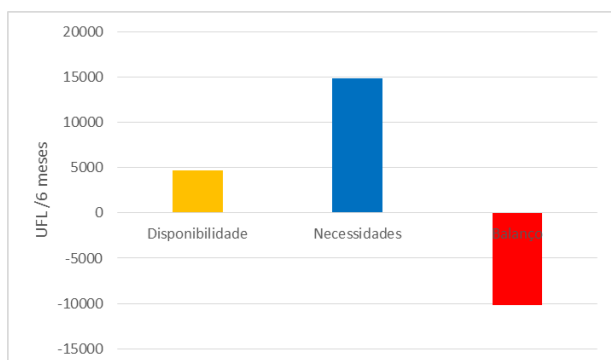


Figura 37. Disponibilidade de UFL veiculada pelo triticale e semente de linho extrudido fornecidos durante os 6 meses de estabulação vs. Necessidades não cobertas pela forragem

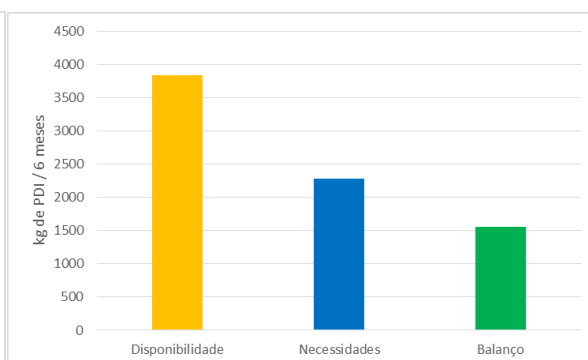


Figura 38. Disponibilidade de PDI veiculada pelo triticale e semente de linho extrudido fornecidos durante os 6 meses de estabulação vs. Necessidades não cobertas pela forragem

Como se pode verificar, ao nível energético, mesmo com a administração de 1.900 kg de triticale e 1700 de linho extrudido, as necessidades não foram supridas, ficando em falta 10.115 UFL. Contudo, este é um cálculo geral, sendo que o triticale e a semente de linho extrudido não são administrados a todos os animais, pelo que as necessidades energéticas de alguns em determinada idade e estado fisiológico são

cobertas em detrimento das dos outros. No que diz respeito aos PDI, verificou-se que estes foram suficientes para cobrir as necessidades totais da exploração com um excedente de 1.560 kg de PDI.

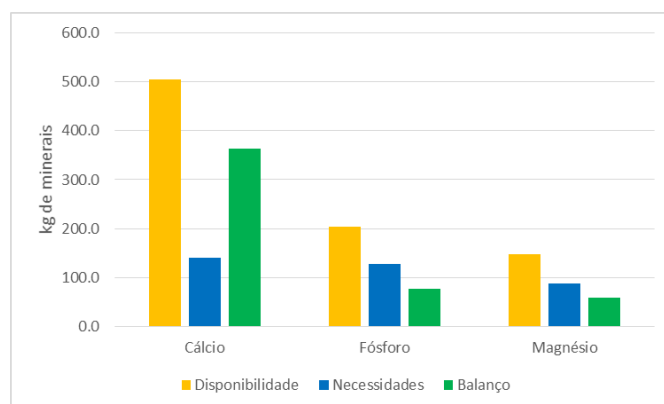


Figura 39. Disponibilidade vs. Necessidades de minerais durante os 6 meses de estabulação de todo o efectivo pecuário

Em relação aos minerais, a quantidade de cada um deles presente no conjunto das forragens produzido na exploração foi suficiente para satisfazer as necessidades dos animais durante o tempo que se encontram estabaludos (figura 39). Tal como já foi referido anteriormente, os minerais disponíveis não são necessariamente todos absorvidos, pelo facto dos níveis de uns terem efeito sobre o coeficiente de absorção real de outros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O estudo realizado sobre a avaliação quantitativa e qualitativa das pastagens e forragens da exploração agro-pecuária em modo biológico Bolhuis, na região da Flandres, Bélgica, sugeriu algumas conclusões principais.

Nas parcelas A, B e C verificou-se a presença de plantas sem interesse pratense ou forrageiro, sendo mesmo, algumas, tóxicas e/ou agressivas. Deveriam ser tomadas medidas biológicas (que exigem mão de obra) de controlo e eliminação das plantas nocivas para os animais, pois a ingestão destas pode provocar distúrbios gastro-intestinais ou mesmo complicações nervosas.

O estudo realizado pode contribuir para melhorar a eficiência da exploração no respeitante à alimentação do efectivo pecuário permitindo, assim, adequar o alimento disponível às necessidades dos animais em cada fase da vida. Deste modo pretende-se alimentar o efectivo, não por excesso nem, por outro lado, com situações de défice alimentar. Embora na exploração se proceda a um regime de crescimento lento e não intensivo, o gestor agrícola pode e deve recorrer às ferramentas e tecnologias disponíveis a fim de melhorar a produtividade animal e, com isso, também aumentar os lucros da exploração, ou seja, pecuária de precisão. É de salientar que os custos deste trabalho não foram contabilizados e, portanto, ter-se-ia que efectuar cálculos para determinar os benefícios da determinação, mais que não seja, do valor alimentar das forragens.

Apesar dos fundamentalistas do vegetarianismo referirem que os ruminantes contribuem com gases com efeito de estufa, nomeadamente o metano (CH_4), o carbono fixado pelas plantas, das quais estes se alimentam, compensa em larga escala aquele que é emitido pela erupção e pelos gases, não esquecendo que a produção agrícola necessita da produção animal a montante como fonte de nutrientes, nomeadamente azoto, veículado pelo estrume ou composto.

Em termos de produtividade, os valores obtidos são bastantes satisfatórios, podendo, no entanto, ser melhorados com a aplicação de fertilizantes permitidos em modo de produção biológico, caso a organização que gere a reserva natural assim o permitisse.

As produtividades obtidas foram de: parcela A com 8.345 kg MS/ha/ano, parcela B com 4.970 kg MS/ha/ano, parcela C com 8.415 kg MS/ha/ano, parcela D com 11.097 kg MS/ha/ano e parcela E com 24.880 kg MS/ha/ano.

Através dos resultados das perdas de qualidade da forragem entre verde e conservado sob a forma de feno, é aconselhável que os animais permaneçam na parcela A durante mais tempo a fim de que o tempo de recrescimento da erva até ao corte seja menor. De modo a diminuir as perdas nutricionais entre o corte da erva e a conservação desta, deveria ser feita silagem em vez de feno.

Devido à constatação da deficiência em minerais no sangue dos animais, pediu-se a uma empresa que formulasse um complexo de minerais nas proporções adequadas às necessidades dos animais, complexo esse que será administrado aos animais sob a forma de bolo alimentar com libertação prolongada (de até 6 meses) aquando da entrada dos mesmos nas pastagens, de modo a colmatar a desregulação iónica devida à presença excessiva de alguns minerais, em particular na parcela B.

Em relação à melhoria da fertilidade dos solos, a aplicação de dolomite iria beneficiar a parcela D em cálcio, magnésio e enxofre, minerais estes que iriam melhorar a fotossíntese e aumentar a produtividade da parcela.

Outro aspecto importante a ter em conta é a qualidade da água que os animais ingerem, daí ser importante uma análise periódica dos minerais veiculados pela mesma, podendo estes também vir a estabelecer uma relação antagónica com os das forragens.

Em termos gerais, é possível concluir que a produção animal é viável numa reserva natural, sem interferir com a vida selvagem e mantendo o *habitat* de espécies nativas preservado. Devido a esta percepção, ir-se-á realizar um estudo na Bélgica no qual serão usados valores desta dissertação no intuito de se encontrar um ponto de equilíbrio entre a produtividade e a biodiversidade, aumentando a produtividade com a aplicação de fertilizantes permitidos em agricultura biológica, em valores crescentes, de modo a avaliar-se o máximo aplicável possível sem comprometer a biodiversidade.

Um outro estudo também interessante seria a pesagem dos animais para se fazer um acompanhamento mais detalhado sobre o ganho médio diário dos mesmos, alimentados com as diferentes forragens ou pastoreando em diferentes parcelas. Não obstante, também a qualidade da carne e as suas características organolépticas serão influenciadas pelo que os animais ingerem e isto refere-se maioritariamente às espécies pratenses das quais se alimentam, sendo igualmente interessante um estudo no sentido de averiguar que plantas conferem determinadas características no produto final.

Não é demais reforçar que este modo de produção tem por base a alimentação animal segundo as adaptações filogenéticas que permitem aos ruminantes alimentar-se única e exclusivamente de erva, sendo esta a forma mais económica e ecológica de se produzir carne de qualidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abate, A., Kayongo-Male, H., Abate, A.N. e Wachira, J.D. (1984). Chemical composition, digestibility and intake of kenyan feedstuffs by ruminants - a review. *Nutrition Abstracts and Reviews – Series B*, 54 (1): 1-13.
- Abreu, J. M. (1984). A qualidade da forragem e o comportamento alimentar do ruminante: aplicação no estudo de um segundo corte de Bersin, utilizando carneiros em gaiolas de digestibilidade. ISA, Lisboa.
- Abreu, J.M., Soares, A.M.B. e Calouro, F. (2000). Intake and nutritive value of Mediterranean forages and diets. 20 years of experimental data. ISA. Lisboa. 146 pp.
- Akin, D.E. e Chesson, A. (1989). Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomic Journal*, 81: 17-25.
- Alcamo, J., Ash, N. J., Butler, C. D., Callicot, J. B., Capistrano, D. e Carpenter, S. R. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Washington, DC: Island Press. 266 pp.
- Almeida Filho, S. (2016). *Minerais para ruminantes*. Editora da Universidade Federal de Uberlândia/Minas Gerais. 137 pp.
- Amaro, P. (2003). *A Protecção Integrada*. ISA/Press. 446 pp.
- Antoniou, T. e Hadjipanayiotou, M. (1985). The digestibility by sheep and goats of fiveroughages offered alone or with concentrates. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*, 105: 663-671.
- ARC – Agricultural Research Council (1980) *The nutrient requirements of ruminants livestock*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Famham Royal, U.K. 233 pp.
- Bailey, R.W. (1973). Structural carbohydrates. In *Chemistry and Biochemistry of herbage*. (Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey). Vol I. pp. 157-221. Academic Press. London.
- Barbosa, F., Souza Graça, D., da Silva Júnior, F. V. (2011). *Deficiências minerais de bovinos em pastagens tropicais – Diagnóstico e suplementação*. 47 pp.
- Beever, D. E., Hattan, A. J., Cammell, S. B., e Sutton, J. D. (2000). *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 13: 1–8.
- Beever, D.E. (1993). Characterisation of forages: Appraisal of current practice and future opportunities. In *Recent Advances in Animal Nutrition*. Ed. P.C. Gornsworthy and D.J.A. Cole. Nottingham University Press. Nottingham. 3-17 pp.
- Bento, J. (2009). Vacas – Maneio alimentar. *Notícias Limousine*, 19: 42-45.

- Boddey, R. M., de Moraes Sá J. C., Alves B. J. R., e Urquiaga S. (1997). The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry* 29:787-799.
- Bogdan, A.V. (1977). Tropical pasture and fodder plants. Tropical Agricultural Series. Longman. 475 pp.
- Borba, A.E.S. (1992). Estudo do valor nutritivo e da qualidade da proteína de algumas forragens Açorianas. Tese de Doutorado. Universidade dos Açores. 352 pp.
- Borba, A.E.S.. (1987). Digestibilidade de um alimento num ruminante. Angra do Heroísmo. Universidade dos Açores. 45 pp.
- Breves, G. e Höller, H. (1987). Effects of dietary phosphorus depletion in sheep and organic matter. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition*, 58: 280-286.
- Butterworth, M H. e Mosi, A.K. (1985). The voluntary intake and digestibility of cereal crop residues and legume hay for sheep. *Animal Feed Science Technology*. 241-251 pp.
- Cabon, G. (1987). Accélérer la dessiccation du fourrage. Quinze ans d'évolution des matériels et des méthodes. IN: Les Fourrages Secs: recolte, traitement, utilisation. ED. C. Demarquilly. INRA. Paris. 47-62 pp.
- Caillavet, F., Fadhuile, A. e Nichèle, V. (2016). Taxing animal-based foods for sustainability: environmental, nutritional and social perspectives in France. *European Review of Agricultural Economics*. 1-24 pp.
- Church, D.C. (1970). Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol.I. OSU Book Stores, Corvallis, Oregon. USA, 101-119 pp.
- Church, D.C. (1977). Livestock feeds and feeding. O e B Books. 1215 New York. Kline Place, Corvallis, Oregon, USA, 51 -79 pp.
- Conant, R., Paustian, K. e Elliot, E. (2001). Grassland Management and Conversion into Grassland: Effects on Soil Carbon Ecological Applications. 11(2): 343-355 Natural Resource Ecology Laboratory Colorado State University Fort Collins. Colorado. USA.
- Conrad, H.R.; Prat, A.D. e Hibbs, J.W. (1963). Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal Dairy Science*, 47:54-63.
- Conway, a. (1992). Animal Production from Grass. Ireland. In Pastagens e Forragens. Vol.13, 163-185 pp.

Corbett, J.L. e Freer, M., (1995). Ingestion et digestion chez les ruminants au pâtage. In Nutrition des Ruminants Domestiques. Ingestion et Digestion. Ed. R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.H. Farce, M. Journet. INRA, Paris. 871-900 pp.

Correia, A.D. (1980). Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 789 pp.

Crawford, M. C., Grace, P. R., Bellotti, W. D. e Oades, J. M. (1996). Below-ground in-puts of carbon by crops and pastures. pp. 172–175 in Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference Queensland, Australia.

Cruz Tenreiro, P. (1988). Gramíneas vivazes em C4 – Potencial integração nos sistemas de produção animal do regadio mediterrâneo, Fonte Boa. 167 pp.

D'Ottavio, P., Francioni, M., Trozzo, L. (2017). Trends and approaches in the analysis of ecosystem services provided by grazing systems: A review. Grass and Forage Science. 73: 1-11.

De Grande, P. (2008). Oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden voor de afzet van vlees uit natuurgebied in West-Vlaanderen. Brugge. Belgium. 17 pp.

Debruyne, J., Greet Kerkhove, G., Adams, Y., Demolder H., Reheul D., Nevens F. e Paelinckx D., (2001). Visie voor behoud en herstel van graslanden met natuurwaarden (Visão para a conservação e restauração de pastagens naturais) Soortenrijke cultuurgraslanden: landbouwkundige waarde en mogelijkheden tot verweving. Gent. Belgium. 112 pp.

Delin (1958). Belgium Royal Institute of Natural Sciences

Demarquilly, C. (1973). Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée de ensilages de fourrages; Modifications per rapport au fourrage vert initial. Nature Zootechnic, 22: 1-35.

Demarquilly, C. (1986). L'ensilage et l'évolution récent des conservateurs. Bull Tech. C.R. Z.V. INRA. Theix. 63: 5-12.

Demarquilly, C. (1986). L'ensilage et l'évolution recente des conservateurs. Bulletin technique du Centre de recherches zootechniques et vétérinaires de Theix. 63: 5-12.

Demarquilly, C. (1987). La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la recolte. Perte d'eau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et chimique. In: Les fourrages secs: recolte, traitement, utilisation. Ed. C. Demarquilly. INRA. Paris. 23-46 pp.

Demarquilly, C. (1989). The feeding value of forages. pp. 1817-1826. XVI International Grassland Congress, Nice.

- Demarquilly, C. e Dulphy, J. P. (1991). Digestibility and voluntary intake of conserve forage. In: Pahlow G. and Honig H. (eds.) Forage Conservation towards 2000. Landbauforschung Volkenrode 123: 140-160.
- Demarquilly, C., Andrieu, J. (1987). Prévision de la valeur alimentaire des fourrages secs au laboratoire. In: C. Demarquilly (ed.) Les Fourrages secs: recolte, traitement, utilisation. pp. 241-275. INRA Editions. Paris.
- Demarquilly, C., Andrieu, J. (1988). Les forrages. In Alimentation des bovins, ovins et caprins (Ed. R. Jarrige). pp. 315-335. INRA. Paris.
- Dias Correia, A.A. (1983). Bioqu mica nos solos, nas pastagens e forragens. Funda  o Calouste Gulbenkian. Lisboa. 789 pp.
- Dumont, B., Rook, A.J., Coran, C. (2007). Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 2. Diet selection. Grass and Forage Science. 62:159–171.
- Duru, M. e Gibson, A. (1989).  tude de quelques facteurs de variation de la digestibilité de prairies permanentes durant la pousse Printan-iv re. In Proceedings of the XVI International Grassland Congress. pp. 865-866. Nice. France.
- Fleming, P. (1973). Mineral composition of herbage. In Chemistry and Biochemistry of herbage. (Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey). Vol I. pp. 529-566. Academic Press. London.
- Focant, M.; Vanbelle, M. e Godfroid, S. (1986). Comparative feeding behavior and rumen physiology in sheep and goats. World Version of Animal Production, 22: 90-95.
- François, L., Wijnrocx, K., Colinet, F., Gengler, N., Hulsege, B., Windig, J., Buys, N., Janssens, S. (2017). Genomics of a revived breed: Case study of the Belgian campine cattle. 12 pp.
- Freer, M. (1981). The control food intake by grazing animals. In: Grazing Animals. (ed. F.H.W. Morley), Elsevier, London. pp. 105-124.
- Garcia, N. (2000). Química Agrícola – El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Madrid. 488 pp.
- Georgevskii, v.I. (1982a). In Mineral Nutrition of Animals, 91–170 pp.
- Givens, D.I. (2000). Forage evaluation in ruminant nutrition. ADAS Nutritional Sciences Research Unit Alcester Road Stratford-upon-Avon. UK. 480 pp.
- Gueguen, L., Lamand, M., Meschy, F. (1988). Nutrition minérale. In Alimentation des bovins, ovins et caprins (Ed. R. Jarrige). pp. 95-111. INRA, Paris.

- Guinebretiere, J.P. (1984). Utilisation du foin par les vaches laitières. École Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes. Rennes. 74 pp.
- Gupta, U. C. (1993). Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 12. Boron, molybdenum, and selenium. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science.
- Harkin (1973). Lignin. In Chemistry and Biochemistry of herbage. (Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey). Vol I. pp. 323-373. Academic Press. London.
- Harrison, G.A., Dawson, K.A. e Hemken, R.W. (1992). Effects of high iron and sulfate ion concentrations on dry matter digestion and volatile fatty acid production by ruminal microorganisms. Journal of Animal Science 70:1188-1194.
- Hart, R.H. (2001). Plant biodiversity on shortgrass steppe after 55 years of zero, light, moderate, or heavy cattle grazing. Plant Ecology 155:111–118.
- Hegarty, M.P., Peterson, P.J. (1973). Free amino-acids, bound amino-acids, amines and ureids. In Chemistry and Biochemistry of herbage. (Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey). Vol I. pp. 1-56. Academic Press. London.
- Henderson, A.R. e McDonald P. (1977), The effect of cellulase preparation on the chemical changes during the ensilage of grass in laboratory silos. Journal of the Science of Food and Agriculture, 28: 486-490.
- Humphreys, L.R. (1978). Tropical pastures and fodder crops. Longmans group Ltd. Harlow, Essex England. 135 pp.
- INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux - valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Editions Quae, Paris, França. 307 pp.
- Jacob, H. (1987). Weidenutzung. In: Voigtlander G, Jacob H (eds) Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer, Stuttgart.
- Jarrige, R. (1963). Les constituants membranaires des plantes fourragères. Annales De Biologie Animale, Biochimie, Biophysique journal. 3: 143-190.
- Jarrige, R. (1980). Digestion. In Alimentation des ruminants. pp. 23-45. INRA Publications, 78000 Versailles.
- Jarrige, R. (1981). Constituants glucidiques des forrages. In Prevision de la valeur nutritive des aliments des ruminants (Ed. C. Demarquilly). pp. 13-40. INRA, Paris.
- Jarrige, R. e Minson, D.J. (1964). Digestibilité des constituants du ray grass anglais S24 et du dactyle S37, Plus spécialement des constituants glucidiques. Annale Zootechnic, 13:118-150.

- Jarrige, R., Grenet, E., Demarquilly, C., Besle, J.M. (1995). Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. In: Nutrition des Ruminants Domestiques. Ingestion et Digestion. Ed R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.H. Farce, M. Journet. pp. 25-81. INRA, Paris.
- Jones, L. (1979). The effect of stage of growth on the rate of drying of cut grass at 20°C. *Grass and Forage Science*, 36:17-23.
- Jones, L. (1985). C4 grasses and cereals. (Ed. John Wiley & Sons). New York. 419 pp.
- Jung, H.G. e Vogel, K.P. (1986). Influence of lignin on digestibility of forage cell Wall material. *Journal of Animal Science*. 62(6):1703-1712.
- Klapp, E. (1971) Prados e pastagens, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 872 pp.
- Lakanen, E., Ervio, R., (1971). Comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agric. Fin.* 23, 223–232.
- Lee, J. J., e Dodson, R. (1996). Potential carbon sequestration by afforestation of pasture in the South-Central United States. *Agronomy Journal* 88:381–384.
- Lemaire, G., Hodgson, J., Chabbi, A. (2011). Grassland productivity and ecosystem services. INRA-UP3F, France. 281 pp.
- Leroude, F., Sannen, K., Gullink, H. (2016). Revisiting production and ecosystem services on the farm scale for evaluating land use alternatives, *Environmental Science and Policy*. 57: 50-59.
- Lino Bento, M. (1992). Prados temporários de sequeiro e forragens anuais de corte – Produtividade e valor nutritivo, Lisboa, ISA. 103 pp.
- Logan, V.S. e Lister, E.E. (1971). Grass silage for ruminants. Canada Department of Agriculture, Ottawa, 15 pp.
- Loucougaray, G., Bonis, A., Bouzille, J.B. (2004). Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. *Biology Conservation* 116:59–71.
- Lyttleton, J.W. (1973). Proteins and nucleic acids. In *Chemistry and Biochemistry of herbage* (Ed. G. W. Butler , R.W.Bailey). vol I. pp. 63-103. Academic Press, London.
- Mace, G. M., Norris, K., e Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. *Trends in Ecology and Evolution*, 27:19-26.
- Magrini, M.B., Duru, M. (2014). Dynamiques d'innovation dans l'alimentation des bovins-lait: une analyse du processus de diffusion de la démarche "Bleu-Blanc-Coeur" et de ses répercussions. *Fourrages*. 217: 79-90.

- McDonald, P. e Whittenbury, R. (1973). The ensilage process, In: Chemistry and Biochemistry of Herbage. Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press. London and New York. 3: 33-60.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. (1981). Animal Nutrition. 3ª edição, Acribia, Zaragoza. 714 pp.
- McDonald, P.; Edwards, R.A. e Grenhalgh, J.F.D. (1986). Animal Nutrition 7th edition. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 714 pp.
- McDoweel, L.R. (1999). Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. Gainesville: Universidade da Florida.
- McGown, R.L. e Wall, B.H. (1989). The influence of weather on the quality of tropical legume pasture during the dry season in Norther Australia. III. Effects on digestibility and chemical composition, Australian Journal of Agriculture Research, 40: 573-578.
- McHan, F. (1986). Celulose-treated coastal bermudagrass silage and prodction of soluble carbohydrates, silage acids and digestibility. Journal Dairy Science. 69: 431-438.
- Melvin, J.F. e Simpson, B., (1963). Chemical changes and respiratory drift during the air drying of ryegrass. Journal Science of Food and Agriculture. 14: 228-234.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 266 pp.
- Minson, D. J. (1981). Nutritional diferences between tropical and temperate pastures. In: Grazing animals (ed. F.H.W. Morley), Elsevier, London. pp.143-157.
- Minson, D.J. s/data. Nutritional significance of protein on temperate and tropical pastures. Reviews in Rural Science. 2:27-30.
- Moreira, N. (2002). Agronomia das Forragens e Pastagens. UTAD. Vila Real. 183 pp.
- Mott, G.O. and Moore, J.E (1969). Forage quality and output per animal. pp. 22-429. In: M.E. Heath, R.F Barnes, and D.S. Metcalfe (eds.) Forages - The science of grassland agriculture, 4th ed. Iowa State University Press, Ames, IA, USA.
- NRC – National Research Council (1987). Nutrient requirements of dairy cattle. 6th ver. Ed. Washington, DC. National Academy of Science. 242 pp.
- NRC – National Research Council (2001). 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Academy Press, Washington, D.C. 420 pp.

Palma M., E.C. (1988). Valor alimentar de fenos de gramíneas e leguminosas. Tese de Mestrado. U.T.L. / E.S.M.V. Lisboa. 76 pp.

Parsons, A., Rowarth, J., Thornley, J. e Newton, P. (s/data) Primary Production of Grasslands, Herbage Accumulation and Use, and Impacts of Climate Change.

Pelve, M.E., Olsson, I. (2012). In vivo and in vitro digestibility, nitrogen balance and methane production in non-lactating cows and heifers fed forage harvested from heterogeneous semi-natural pastures. *Livestock Science* 144: 48–56.

Pereira, M. (2017). Análise da produtividade de um efectivo de vacas aleitantes mertolengas e limousines, ESAG. 57 pp.

Peringer, A., Siehoff, S., Chetelat, J., Spiegelberger, T., Buttler, A., e Gillet, F. (2013). Past and future landscape dynamics in pasture-woodlands of the Swiss Jura Mountains under climate change. *Ecology and Society*, 18: 11.

Piedrafita J.; Quintanilla, R.; Sañudo, C. (2003). Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science*, v.82, 1-13 pp.

Póvoas, I., e Barral, M. F. (1992). Métodos de análise de solos. Comunicações (Portugal). Séries: Ciências Agrárias. 10 pp.

Prasad, L. K., e Mukerji, S. K. (1980) Pasture improvement by grass and legume introductions. *Forage Research* 6:225 – 226.

Purser, D.B. (1981). Nutritional value of mediterranean pastures. In *World Animal Sci. B1 Grazing Animals*. pp. 159-178. Edited by F.H.W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Company. The Netherlands.

Pykala, J. (2003). Effects of restoration with cattle grazing on plant species composition and richness of seminatural grasslands. *Biodiversity Conservacion*. 12:2211–2226.

Raymond, W.F. (1965). The growth of cereals and grasses. Biochemical aspects of quality in grasses. *Proceedings of the twelfth Eastern School in Agricultural Science*. pp. 259-271. University of Nottingham.

Reid, R. L. (1994). Forage Quality. Evaluation and Utilization cap I. pp.1-58. Madison. Wisconsin. USA.

- Robinson, G. S., e Jacques, W. A. (1958). Root development in some common New Zealand pasture plants. X. Effect of pure sowing of some grasses and clovers on the structure of a Tokomaru silt loam. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1:199–216.
- Rook, A.J., Dumont, B., Isselstein, J. (2004). Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures—a review. *Biology Conservation*. 119:137–150.
- Sannen, K. (2016). Reglement Stamboek Kempens Roodbont. 10 pp.
- Schneider, J. (1961). Zpravy Vyzkumneho Ustava Mlekarenskeho (2). 7 pp.
- Scimone, M., Rook, A.J., Garel, J.P. (2007). Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 3. Effects on diversity of vegetation. *Grass and Forage Science* 62:172–184.
- Silveira Pedreira, C. (1985). Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. Departamento de Produção Animal USP - ESALQ Piracicaba. São Paulo 13418-900. 32 pp.
- Simard, R. R. (1993). Soil sampling and methods of analysis. Chapter 5 Ammonium Acetate-Extractable Elements. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science.
- Smith, C.A. (1970). The feeding value of tropical grass pasture evaluated by cattle weight gains. *Proceedings of the XI International Grassland Congress*. Queensland. Australia. 839-842 pp.
- Smith, D. (1973). The nonstructural carbohydrates. In *chemistry and biochemistry of herbage* (Ed. G.W. Butler, R.W. Bailey), vol I. pp. 105-150. Academic Press. London.
- Spears, J.W. (1994). Minerals in forages. *Departement of Animal Science*. North Carolina State Univ. Box 7621, Raleigh. NC 27695. 281-317 pp.
- Spears, J.W., Gengelbach, G.P., e Ward, J.D. (1994). Effects of dietary copper, iron and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *Journal of Animal Science* 72: 2722–2727.
- Sullivan, J.T. (1973). Drying and storing herbage as hay. In: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press. Inc., London e New York. 3: 1-31.
- Suttle, N. (1975). Trace element interactions in animal. In: Nicholas D., Egan, A. (ed.) *Trace elements in soil – plant – animals systems*. New York: Academic Press, 217-242 pp.
- Takahashi, Shigeo; Akiyama, T.; Shiyomi, M. e Okubo, T. (1984). Seasonal changes in *in vitro* dry matter digestibility of several herbage species on pasture. *Journal Japan Grassland Science*, 30: 264-268.
- Tallowin, J., Rook, A.J., Rutter, S.M. (2005). Impact of grazing management on biodiversity of grasslands. *Animal Science*. 81:193–198.

- Tamminga, S., Ketelaar, R. e Van Vuuren, A.M. (1991). Degradation of nitrogenous compounds in conserved forages in the rumen of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 46:427-435.
- Ulyatt, M. J. (1981). The feeding value of temperate pastures. In: *Grazing animals* (Ed. F.H.W. Morley), Elsevier, London. 125-141 pp.
- Ulyatt, M.J. (1973). The feeding value of herbage. *The chemistry and biochemistry of herbage*, 3, ed. Butlen, G.; Bailey, R.; pp. 131–178. Academic Press, London.
- Underwood, E. J. (1981). *The animal nutrition of livestock*. London. Academic Press. 15 pp.
- Vallis, I. (1972). Soil nitrogen changes under continuously grazed legume–grass pastures in sub-tropical coastal Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research and Animal Husbandry* 12:495–501.
- Van Soest, P.J. (1967). Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *Journal Animal Science*. 26:119-128
- Van Soest, P.J. (1982). *Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers*. Cornell University Press, Ithaca. 152 pp.
- Van Soest, P.J. (1987). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. 463 pp.
- Van Vuuren, A.M., Bergsma, K.M., Krol-Kramer, F., Van Beers, J.A.C. (1989). Effects of addition of cell Wall degrading enzymes on the chemical composition and the in sacco degradation of grass silages. *Grass and Forage Science*, 44:223-230.
- Van Wilgen, B. W., Reyers, B., Le Maitre, D. C., Richardson, D. M., e Schonegevel, L. (2008). A biome-scale assessment of the impact of invasive alien plants on ecosystem services in South Africa. *Journal of Environmental Management*, 89: 336–349.
- Vasconcelos, T., Monteiro, A., Torres, M.O., Sá, G., Forte, P. (2014). *Infestantes de Pastagens – Plantas Tóxicas e Agressivas*. ISA Press. Lisboa. 103 pp.
- Vaz Portugal, A. e Ramalho Ribeiro, J.M. (1984). *Valorização alimentar*. INIAER. EZN – Fonte Boa.
- Watson, E. R. (1963). The influence of subterranean clover pastures on soil fertility I. Short-term effects. *Australian Journal of Agricultural Research* 14:796–807.
- Willkins, R.J. (1988). The preservation of forages. In: *Feed Science. World Animal Science. B, disciplinar approach 4*. Ed. E.R. Orskov. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 231 – 255 pp.

Willkins, R.J. (1993). Organisation of forage plant tissu. pp. 1-32. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility. Ed. H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph. ASA, CSSA, SSSA. USA.

Wilman, D. e Mzamane, Nthorna (1986). The effect of field drying on the concentrations of some major elements in herbage. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 107:9-13.

Wilson, J.R. e Hacker, J.B. (1987) Comparative digestibility and anatomy of some synpatric C3 and C4 arid zone grasses. Australian Agriculture Research, 38:287-295.

Wood, J.G.M. (1972). Letter to the Editor. Journal Britrish Grassland Society, 24:193-194.

Woolford, M.K. (1984). The silage fermentation. Ed, Marcel Dekker, Inc. New York and Basel. 350 pp.

Cibergrafia:

<http://www.cabostral.com/clima-belgica.php>

<http://www.meteo.be/meteo/view/nl/652764-Klimatologische+inlichtingen.html>

<http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/grasslands-rangelands-and-forage-crops/en/>

8. ANEXOS

I. Registos meteorológicos por estação do ano desde 1981 a 2015 e, por mês, de 2016 na região da Flandres

Primavera	Temperatura	Precipitação	Dias de precipitação	de Insolação
	° C	mm	dias	horas: minutos
Por mês				
Março de 2016	5,3	82,4	18	112:46:00
Abril de 2016	8,5	65,6	20	144:58:00
Maio de 2016	14,2	78,3	13	196:06:00
Temporada				
primavera 2016	9,3	226,3	51	453:50:00
normais	10,1	187,8	49	463:58:00
As cinco primaveras:	mais quente	mais seco	menos chuvoso	mais ensolarado
1981-2015				
primeiro	12,3 (2007)	70,7 (2011)	27 (2011)	707: 16 (2011)
segundo	12,2 (2011)	92,2 (2014)	32 (1990)	644: 13 (1990)
terceiro	11,7 (2014)	103 (2004)	33 (2010)	619: 01 (2007)
quarto	11,2 (2009)	105,5 (1996)	34 (2014)	591: 43 (2003)
quinto	11,2 (1993)	109,9 (1993)	35 (1993)	572: 21 (2015)
As cinco Primaveras:	mais frio	precipitação	dias de chuva	sombrios
1981-2015				
primeiro	7,7 (2013)	276,6 (2001)	74 (1983)	276: 52 (1983)
segundo	8,1 (1984)	276,6 (1988)	69 (1981)	359: 49 (1985)
terceiro	8,5 (1987)	267,3 (1983)	59 (2000)	364: 00 (1998)
quarto	8,5 (1986)	252,9 (1981)	59 (1985)	365: 48 (1981)
quinto	8,6 (1996)	243,5 (1985)	58 (1994)	379: 20 (2000)

Verão	Temperatura	Chuva	Dias de precipitação	Insolação
	° C	mm	dias	horas: minutos
Por mês				
Junho de 2016	16	174,6	24	116:17:00
Julho de 2016	18,3	55,1	10	180:26:00
Agosto de 2016	18,1	54,1	10	213:25:00
Temporada				
Verão 2016	17,5	283,8	44	510:08:00
normais	17,5	224,6	43,9	578:20:00
Os cinco verões ,,,	mais quente	mais seco	menos chuvoso	mais ensolarado
1981-2015				
primeiro	19,7 (2003)	107,4 (1983)	26 (1989)	739: 48 (2003)
segundo	18,9 (2006)	109,4 (1989)	28 (2013)	702: 31 (1994)
terceiro	18,8 (1995)	113,1 (1984)	29 (2003)	695: 13 (2009)
quarto	18,8 (1983)	147,1 (1995)	30 (1995)	673: 09 (1995)
quinto	18,7 (1994)	151,5 (2003)	35 (1996)	665: 51 (2006)
Os cinco verões ,,,	mais frio	precipitação	Dias de chuva	sombrios
1981-2015				
primeiro	16,1 (1987)	364,8 (1992)	61 (2011)	422: 34 (1981)
segundo	16,1 (1981)	348,2 (2014)	60 (1985)	432: 33 (1987)
terceiro	16,2 (1988)	340,9 (2002)	58 (1987)	451: 37 (1988)
quarto	16,2 (1985)	334,6 (1987)	57 (2004)	457: 36 (2007)
quinto	16,4 (1993)	317,2 (2011)	56 (2008)	465: 40 (2011)

Outono	temperatura	chuva	dias de precipitação	insolação
	° C	mm	dias	horas: minutos
Por mês				
Setembro de 2016	17,5	18,3	10	196:50:00
Outubro de 2016	9,7	50,7	13	108:51:00
Novembro de 2016	6,1	93,2	19	63:37:00
temporada				
outono 2016	11,1	162,2	42	369:18:00
normais	10,9	219,9	51	322:00:00
Os Outonos...	cinco mais quente	mais seco	menos chuvoso	mais ensolarado
1981-2015				
primeiro	13,9 (2006)	109,2 (1995)	34 (2014)	450: 02 (2011)
segundo	13 (2014)	111,9 (1985)	37 (2011)	417: 01 (2003)
terceiro	12,4 (2011)	113,7 (2014)	38 (1989)	415: 25 (1989)
quarto	12,3 (2009)	122,2 (1999)	39 (1997)	410: 21 (2005)
quinto	12,3 (2005)	137,1 (2006)	41 (1991)	388: 33 (1997)
Os Outonos...	cinco mais frio	precipitação	Dias de chuva	sombrios
1981-2015				
primeiro	8,5 (1993)	380,9 (1984)	67 (1984)	229: 25 (1998)
segundo	9,6 (1998)	367,3 (2001)	67 (1981)	243: 27 (1984)
terceiro	9,6 (1985)	355,6 (1998)	63 (1998)	252: 42 (2001)
quarto	9,7 (1996)	305,3 (2010)	61 (2000)	261: 21 (2000)
quinto	10 (1992)	281,9 (1986)	61 (1982)	274: 20 (1981)

II. Equações de estimação do valor alimentar das pastagens e forragens

MS (%) – Peso inicial – peso final / peso inicial

MO (%) – 100 – CINZA

Forragens verdes e fenos de gramíneas, prados permanentes, leguminosas e cereais imaturos

$$EB \text{ (kcal/kg)} = 4531 + 1,735 \times PB \text{ (\%)} + \Delta \text{ (R}^2=0,89\text{)}$$

Δ = - 71 para forragens verdes de gramíneas

Δ = - 11 para forragens verdes de trevo, sanfeno, prados permanentes, fenos de prados temporários, cereais imaturos em verde

Silagens de erva pré-fenadas

$$EB \text{ (kcal/kg)} = 1,03 \times EB \text{ em verde (R}^2=0,59\text{)}$$

Forragens verdes de Gramíneas

$$CUDMO \text{ (\%)} = 99 - 0,115ADF \text{ (g/kg de MO)} + 0,043PB \text{ (g/kg MO)} \text{ (R}^2=0,73\text{)}$$

$$CUDE \text{ (\%)} = 0,957 CUDMO \text{ (\%)} - 0,068$$

Forragens verdes de leguminosas

$$CUDMO \text{ (\%)} = 114,5 - 0,152ADF \text{ (g/kg MO)} \text{ (R}^2=0,65\text{)}$$

$$CUDE \text{ (\%)} = 0,957 CUDMO \text{ (\%)} - 0,068$$

Fenos de prados permanentes

$$CUDMO \text{ (\%)} = 58,5 - 0,026ADF \text{ (g/kg MO)} + 0,104 PB \text{ (g/kg MO)}$$

$$CUDE \text{ (\%)} = 0,985 CUDMO \text{ (\%)} - 2,556$$

Silagens de leguminosas

$$\text{CUDMO (\%)} = 134,2 - 0,211 \text{ ADF (g/kg MO)}$$

$$\text{CUDE (\%)} = 1,0263 \text{ CUDMO (\%)} - 5,723$$

Silagens de gramíneas

$$\text{CUDMO (\%)} = 123,6 - 0,169 \text{ ADF (g/kg MO)}$$

$$\text{CUDE (\%)} = 1,0263 \text{ CUDMO (\%)} - 5,723$$

$$\text{ED (kcal)} = \text{EB} \times \text{CUDE}$$

$$\text{EM/ED (kcal/kg)} = (84,17 - 0,0099\text{FB} - 0,0196\text{PB} + 2,21\text{NA})/100$$

$$\text{FB(g/kg)} = 0,98\text{ADF} - 19 \text{ para gramíneas}$$

$$\text{FB(g/kg)} = 1,572\text{ADF} - 209 \text{ para leguminosas}$$

$$\text{NA} = 1,35 \text{ para fenos e } 1,7 \text{ para forragens verdes}$$

$$\text{EM (kcal/kg)} = \text{EB} \times \text{CUDE} \times (\text{EM/ED})$$

$$q = \text{EM/EB}$$

$$kl = 0,60 + 0,24 (q - 0,57)$$

$$\text{ENL} = \text{EM} \times kl$$

$$\text{UFL} = \text{ENL}/1700$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

$$\text{PDIA} = \text{PB} \times [1,11 \times (1 - \text{DT})] \times \text{dr}$$

$$\text{PDIMN} = \text{PB} \times [1,11 \times (1 - \text{DT})] \times 0,9 \times 0,8 \times 0,8$$

$$\text{PDIME} = \text{MOF} \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8$$

Forragens verdes

$$DT = 51,2 + 0,14 PB - 0,00017 PB^2 + \Delta_{FV}$$

Silagens sem conservantes

$$DT = 73,7 + 0,088 PB - 0,00011 PB^2 - 0,25 MS + \Delta_{Silagem}$$

Fenos

$$DT = 50,8 + 0,12 PB - 0,00018 PB^2 + \Delta_{Feno}$$

Valores de Δ	Δ_{FV}	$\Delta_{Silagem}$	Δ_{Feno}
Gramíneas de primeiro ciclo	8,8	4,9	6,2
Gramíneas de outro ciclo	4,6	2,5	3,2
Leguminosas	6,8	4,2	5,0
Prados permanentes de 1º ciclo	4,4	2,5	1,9
Prados permanentes de outros ciclos	0,0	0,0	0,0

$$dr = 100 \times [1,11 \times (1 - DT / 100) \times PB - PANDI] / [1,11 \times (1 - DT / 100) \times PB]$$

$$PANDI = 7,9 + 0,8 PB - 0,00033 PB^2 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

$\Delta_1 = -1,9$ no primeiro ciclo e 0 nos outros

$\Delta_2 = -2,3$ para gramíneas e prados permanentes e 0 para leguminosas

$\Delta_3 = -2,0$ para forragens verdes e 0 para forragens conservadas

Forragens verdes

$$QIB = 6,44 + 0,782 CUDMO + 0,112 PB + 0,679 MS + \Delta$$

$\Delta = 0$ prados permanentes

$\Delta = -1,6$ gramíneas

$\Delta = +4,1$ leguminosas

$$\text{MOF} = \text{MO} \times \text{CUDMO} - (\text{PB} \times (1 - \text{DT}))$$

Silagem de erva

$$\text{QIB} = 47,0 + 0,288 \text{ CUDMO} + 0,148 \text{ PB} + \Delta 1 + \Delta 2$$

Valores de $\Delta 1$	$\Delta 1$
Prados permanentes	0
Gramíneas	-1,9
Leguminosas	+2,8
Valores de $\Delta 2$	$\Delta 2$
Ensilado directamente	-9,9
Pré-fenado	+1,9
Meio fenado	0

Fenos

$$\text{QIB} = 30,3 + 0,559 \text{ CUDMO} + 0,132 \text{ PB} + \Delta 1 + \Delta 2$$

Valores de $\Delta 1$	$\Delta 1$
Prados permanentes	0
Gramíneas	-1,4
Leguminosas	+3,4
Valores de $\Delta 2$	$\Delta 2$
Ventilado	+6,6
Seco ao sol muito tempo	+5,2
Seco ao sol por < 10 dias	0

III. Composição química determinada, valor energético, valor azotado, digestibilidade e quantidade ingerida de matéria seca por quilo de peso metabólico, estimados, das pastagens e forragens das 5 parcelas do ano de 2016

			Composição química							Valor energético						Valor azotado			Digestibilidade				Ingestibilidade
			%	% na matéria seca						kcal por kg de matéria seca						g/kg MS			%				g/kg PV ^{0,75}
Parcela	dia de Corte	VS	MS	PB	NDF	ADF	ADL	Cinza	MO	EB	ED	EN	EM	ENL	UFL	PDIA	PDIN	PDIE	CUDMO	CUDE	DT	dr	QIB
A	01/mai	V	19.6	14.6	41.6	22.4	11.7	6.2	93,8	4485	3355	2826	2798	1715	0.95	34,8	83,4	83,5	78.2	74.8	62.0	56.5	95,7
A	20/jun	V	21.2	11.6	58.1	31.8	4.6	5.2	94,8	4480	2813	2370	2336	1374	0.77	33,6	68,9	73,9	65.7	62.8	57.4	61.3	83,6
A	03/jul	V	53.0	7.5	63.3	33.6	4.2	4.6	95,4	4473	2646	2228	2212	1287	0.72	15,9	38,4	37,2	61.9	59.1	56.8	44.2	97,6
A	03/jul	Cf	76.2	7.3	69.1	37.4	5.4	5.0	95	4473	2364	1991	1951	1108	0.62	5,7	26,7	12,4	56.3	52.9	54.9	15.5	99,3
A	08/set	V	23.1	16.7	57.7	28.3	5.0	7.4	92,6	4489	3073	2589	2537	1519	0.83	55,2	106,6	94,8	71.6	68.5	58.1	71.0	95,2
A	08/set	Cf	76.5	11.2	62.6	31.0	4.3	7.5	92,5	4479	2638	2222	2177	1262	0.69	23,5	56,1	28,2	62.4	58.9	55.3	42.4	107,4
B	02/mai	V	24.5	13.3	50.9	22.4	2.7	7.6	92,4	4483	3314	2792	2774	1697	0.92	49,8	90,4	93,3	77.3	73.9	57.6	79.7	96,8
B	02/out	V	17.5	14.1	63.7	33.5	5.2	13.4	86,6	4484	2637	2221	2186	1268	0.65	44,3	87,4	78,2	61.5	58.8	57.7	66.9	80,6
C	08/mai	V	24.7	11.3	55.9	25.2	3.0	4.3	95,7	4480	3161	2662	2644	1599	0.90	41,4	75,6	85,5	73.8	70.6	57.4	77.3	92,0
C	25/jul	V	28.8	8.9	67.2	34.8	4.2	3.4	96,6	4475	2632	2217	2189	1271	0.72	22,0	48,8	57,2	61.5	58.8	57.0	51.8	82,5
C	25/jul	Cf	55.0	7.5	70.3	37.7	6.7	3.7	96,3	4473	2372	1997	1954	1110	0.63	6,6	28,2	25,1	56.4	53.0	54.9	17.6	87,1
C	13/set	V	20.5	16.4	59.2	28.8	5.4	6.9	93,1	4488	3047	2566	2514	1503	0.82	53,9	104,4	95,4	71.0	67.9	58.1	70.6	92,6
C	13/set	Cf	70.4	14.2	61.8	30.3	3.4	9.0	91	4485	2500	2106	2053	1177	0.63	37,1	78,6	42,5	59.2	55.7	55.7	53.0	104,5
C	09/dez	V	21.0	17.1	52.3	19.7	2.9	6.7	93,3	4490	3546	2987	2950	1832	1.01	56,8	109,5	105,6	82.6	79.0	58.1	71.5	102,9

Legenda: V – verde; Cf – conservada sob a forma de feno; Cs – conservada sob a forma de silagem

Continuação

			Composição química							Valor energético						Valor azotado			Digestibilidade				Ingestibilidade
			%	% na matéria seca						kcal por kg de matéria seca						g/kg MS			%				g/kg PV ^{0,75}
Parcela	dia de Corte	VS	MS	PB	NDF	ADF	ADL	Cinza	MO	EB	ED	EN	EM	ENL	UFL	PDIA	PDIN	PDIE	CUDMO	CUDE	DT	dr	QIB
D	08/mai	V	31,0	9,6	44,8	20,8	1,8	5,4	94,6	4537	3387	2853	2859	1757	0.98	22,0	52,3	64,4	78,1	74,7	59,3	50,7	97,7
D	08/mai	Cs	52,4	10,3	47,6	24,3	1,8	6,1	93,9	4674	3484	2935	2900	1775	0.98	13,4	50,1	40,2	78,2	74,5	65,7	34,1	107,4
D	18/jul	V	22,4	10,0	56,4	30,0	3,6	5,4	94,6	4537	2910	2451	2430	1438	0.80	15,0	46,7	56,2	67,1	64,1	59,4	33,3	83,7
D	18/jul	Cs	38,1	10,6	62,5	36,4	4,6	10,1	89,9	4675	2447	2061	2014	1141	0.60	6,4	46,7	30,6	56,6	52,3	69,3	17,8	82,5
D	13/set	V	14,3	19,3	50,7	26,0	4,0	11,1	88,9	4553	3049	2569	2516	1499	0.78	52,3	114,9	93,8	70,0	67,0	60,6	62,1	91,0
D	13/set	Cs	45,5	9,7	58,9	32,3	3,9	6,4	93,6	4673	2677	2254	2212	1276	0.70	3,8	39,5	28,3	61,4	57,3	67,4	10,9	89,9
D	14/out	V	16,3	23,4	49,9	21,6	3,0	9,3	90,7	4561	3414	2876	2802	1711	0.91	68,1	144,8	113,8	78,3	74,9	61,2	67,6	103,3
D	14/out	Cs	26,4	19,6	49,5	27,0	2,5	12,3	87,7	4691	3065	2582	2542	1508	0.78	30,8	109,8	65,3	69,2	65,3	73,0	52,3	93,9
E	08/mai	V	41,3	11,8	46,9	23,6	2,3	7,6	92,4	4540	3261	2747	2735	1662	0.90	30,9	68,4	62,2	75,1	71,8	59,6	58,5	104,8
E	08/mai	Cs	34,2	12,1	50,0	26,6	2,3	8,6	91,4	4677	3304	2784	2737	1652	0.89	17,0	63,8	53,2	74,4	70,7	70,4	42,8	94,8
E	08/jun	V	57,9	14,9	54,4	30,7	2,8	9,3	90,7	4546	2948	2483	2447	1450	0.77	35,0	82,7	50,1	67,8	64,9	60,0	52,9	113,9
E	08/jun	Cs	38,7	17,0	51,4	31,7	3,5	13,0	87	4686	2488	2096	2061	1172	0.60	26,4	91,3	47,3	57,3	53,1	69,7	46,1	90,2
E	24/jul	Cs	27,0	16,8	50,2	33,8	3,9	12,4	87,6	4686	2270	1912	1873	1047	0.54	23,3	90,6	48,7	52,8	48,5	72,6	45,5	79,1
E	31/ago	V	37,0	19,0	46,4	25,2	3,4	10,7	89,3	4553	3117	2626	2592	1555	0.82	51,2	112,7	79,0	71,6	68,5	60,6	61,6	107,3
E	31/ago	Cs	23,6	19,7	46,4	26,9	3,0	12,0	88	4691	3087	2600	2560	1521	0.79	30,2	110,6	67,1	69,7	65,8	73,7	52,5	92,6
E	14/out	V	18,6	19,0	50,0	23,6	3,7	9,1	90,9	4553	3266	2752	2720	1650	0.88	51,2	112,7	94,6	75,0	71,7	60,6	61,6	97,4
E	14/out	Cs	18,7	22,0	37,1	22,3	2,6	15,7	84,3	4695	3508	2955	2927	1794	0.89	61,6	126,2	77,2	78,4	74,7	75,1	56,8	98,3

Legenda: V – verde; Cf – conservada sob a forma de feno; Cs – conservada sob a forma de silagem

IV. Boletins das análises de solo

**Departamento Ciências e Engenharia de Biosistemas
- Química e Ambiente -**

Cliente: ISA
Código do cliente: A
Tipo de amostra: Solo

Data de entrada: 31/05/2016
Data de saída: 15/06/2016
Cultura: Não especificada

Parâmetro	Resultado	Observações
Textura de campo	Franco-arenosa	Grosseira
pH (H ₂ O) (1:2,5)	5,5	Ácida
Fósforo extraível (P ₂ O ₅) (mg/kg)	>200	Muito alto (Índice de fertilidade 7)
Potássio extraível (K ₂ O) (mg/kg)	80	Médio (Índice de fertilidade 3)
Cálcio extraível (Ca) (mg/kg)	550	Baixo
Magnésio extraível (Mg) (mg/kg)	67	Médio (Índice de fertilidade 3)
Matéria orgânica (%)	3,43	Médio
Condutividade elétrica (1:2) (mS/cm)	0,09	Não salino
Calcário total (CaCO ₃) (%)	<0,5	Não calcário
Calcário activo (CaCO ₃) (%)	<0,5	
Acidez de troca (cmol(+)/kg)	0,19	
Sódio (bases de troca) (Na) (cmol(+)/kg)	0,05	Muito baixo
Potássio (bases de troca) (K) (cmol(+)/kg)	0,19	Baixo
Cálcio (bases de troca) (Ca) (cmol(+)/kg)	2,74	Baixo
Magnésio (bases de troca) (Mg) (cmol(+)/kg)	0,55	Baixo
Soma das bases de troca (cmol(+)/kg)	3,53	
CTC efetiva (cmol(+)/kg)	3,72	Muito baixa
Grau de saturação em bases (%)	94,9	Muito alta
Grau de saturação em Ca ²⁺ (%)	73,7	Médio
Grau de saturação em K ⁺ (%)	5,1	Alto
Grau de saturação em Mg ²⁺ (%)	14,8	Alto
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP) (%)	1,3	Baixo, não limitante
Relação Ca troca / Mg troca	5,0	Desfavorável, predomínio do Ca sobre o Mg
Relação K troca / Mg troca	0,3	Adequado
Ferro extraível (Fe) (mg/kg)	723,60	Muito alto
Cobre extraível (Cu) (mg/kg)	2,88	Médio
Zinco extraível (Zn) (mg/kg)	11,28	Muito alto
Manganês extraível (Mn) (mg/kg)	38,77	Médio
Boro extraível (B) (mg/kg)	0,72	Médio
Necessidade em cal (ton CaCO ₃ /ha)	4	Para elevar o pH (H ₂ O) até 6,5. Ajustar em função da cultura.

**Departamento Ciências e Engenharia de Biosistemas
- Química e Ambiente -**

Cliente: ISA
Código do cliente: B
Tipo de amostra: Solo

Data de entrada: 31/05/2016
Data de saída: 15/06/2016
Cultura: Não especificada

Parâmetro	Resultado	Observações
Textura de campo	Argilosa Fina	
pH (H ₂ O) (1:2,5)	5,6	Pouco ácida
Fósforo extraível (P ₂ O ₅) (mg/kg)	61	Médio (Índice de fertilidade 3)
Potássio extraível (K ₂ O) (mg/kg)	162	Alto (Índice de fertilidade 6)
Cálcio extraível (Ca) (mg/kg)	3 928	Alto
Magnésio extraível (Mg) (mg/kg)	119	Alto (Índice de fertilidade 4)
Matéria orgânica (%)	10,1	Muito alto
Condutividade elétrica (1:2) (mS/cm)	0,28	Não salino
Calcário total (CaCO ₃) (%)	<0,5	Não calcário
Calcário activo (CaCO ₃) (%)	<0,5	
Acidez de troca (cmol(+)/kg)	0,19	
Sódio (bases de troca) (Na) (cmol(+)/kg)	0,26	Médio
Potássio (bases de troca) (K) (cmol(+)/kg)	0,41	Médio
Cálcio (bases de troca) (Ca) (cmol(+)/kg)	19,60	Alto
Magnésio (bases de troca) (Mg) (cmol(+)/kg)	0,98	Baixo
Soma das bases de troca (cmol(+)/kg)	21,25	
CTC efetiva (cmol(+)/kg)	21,44	Alta
Grau de saturação em bases (%)	99,1	Muito alta
Grau de saturação em Ca ²⁺ (%)	91,4	Alto
Grau de saturação em K ⁺ (%)	1,9	Médio
Grau de saturação em Mg ²⁺ (%)	4,6	Médio
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP) (%)	1,2	Baixo, não limitante
Relação Ca troca / Mg troca	20,0	Muito desfavorável, predomínio do Ca sobre o Mg
Relação K troca / Mg troca	0,4	Adequado
Ferro extraível (Fe) (mg/kg)	1 775,52	Muito alto
Cobre extraível (Cu) (mg/kg)	8,03	Alto
Zinco extraível (Zn) (mg/kg)	39,45	Muito alto
Manganês extraível (Mn) (mg/kg)	70,38	Alto
Boro extraível (B) (mg/kg)	0,64	Médio
Necessidade em cal (ton CaCO ₃ /ha)	7	Para elevar o pH (H ₂ O) até 6,5. Ajustar em função da cultura.

**Departamento Ciências e Engenharia de Biosistemas
- Química e Ambiente -**

Cliente:	ISA	Data de entrada:	02/11/2016
Código do cliente:	C	Data de saída:	09/11/2016
Tipo de amostra:	Solo	Cultura:	Não especificada

Parâmetro		Resultado	Observações
Textura de campo		Arenosa	Grosseira
pH (H ₂ O) (1:2,5)		5,7	Pouco ácida
Fósforo extraível (P ₂ O ₅)	(mg/kg)	119	Alto (Índice de fertilidade 4)
Potássio extraível (K ₂ O)	(mg/kg)	51	Médio (Índice de fertilidade 3)
Cálcio extraível (Ca)	(mg/kg)	606	Baixo
Magnésio extraível (Mg)	(mg/kg)	16	Muito baixo (Índice de fertilidade 1)
Matéria orgânica	(%)	3,43	Médio
Condutividade elétrica (1:2)	(mS/cm)	0,15	Não salino
Calcário total (CaCO ₃)	(%)	<0,5	Não calcário
Calcário activo (CaCO ₃)	(%)	<0,5	
Acidez de troca	(cmol(+)/kg)	0,36	
Sódio (bases de troca) (Na)	(cmol(+)/kg)	0,10	Baixo
Potássio (bases de troca) (K)	(cmol(+)/kg)	0,12	Baixo
Cálcio (bases de troca) (Ca)	(cmol(+)/kg)	3,02	Baixo
Magnésio (bases de troca) (Mg)	(cmol(+)/kg)	0,13	Muito baixo
Soma das bases de troca	(cmol(+)/kg)	3,37	
CTC efetiva	(cmol(+)/kg)	3,73	Muito baixa
Grau de saturação em bases	(%)	90,3	Muito alta
Grau de saturação em Ca ²⁺	(%)	81,0	Alto
Grau de saturação em K ⁺	(%)	3,2	Médio
Grau de saturação em Mg ²⁺	(%)	3,5	Médio
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP)	(%)	2,7	Baixo, não limitante
Relação Ca troca / Mg troca		23,2	Muito desfavorável, predomínio do Ca sobre o Mg
Relação K troca / Mg troca		0,9	Alto, predomínio do K sobre o Mg
Ferro extraível (Fe)	(mg/kg)	226,12	Muito alto
Cobre extraível (Cu)	(mg/kg)	0,94	Médio
Zinco extraível (Zn)	(mg/kg)	14,19	Muito alto
Manganês extraível (Mn)	(mg/kg)	43,69	Médio
Boro extraível (B)	(mg/kg)	1,26	Alto
Necessidade em cal	(ton CaCO ₃ /ha)	4	Para elevar o pH (H ₂ O) até 6,5. Ajustar em função da cultura.

**Departamento Ciências e Engenharia de Biosistemas
- Química e Ambiente -**

Cliente:	ISA	Data de entrada:	02/11/2016
Código do cliente:	D	Data de saída:	09/11/2016
Tipo de amostra:	Solo	Cultura:	Não especificada

Parâmetro		Resultado	Observações
Textura de campo		Arenosa	Grosseira
pH (H ₂ O) (1:2,5)		5,9	Pouco ácida
Fósforo extraível (P ₂ O ₅)	(mg/kg)	>200	Muito alto (Índice de fertilidade 7)
Potássio extraível (K ₂ O)	(mg/kg)	82	Médio (Índice de fertilidade 4)
Cálcio extraível (Ca)	(mg/kg)	440	Baixo
Magnésio extraível (Mg)	(mg/kg)	46	Baixo (Índice de fertilidade 2)
Matéria orgânica	(%)	2,21	Médio
Condutividade elétrica (1:2)	(mS/cm)	0,14	Não salino
Calcário total (CaCO ₃)	(%)	<0,5	Não calcário
Calcário activo (CaCO ₃)	(%)	<0,5	
Acidez de troca	(cmol(+)/kg)	0,16	
Sódio (bases de troca) (Na)	(cmol(+)/kg)	0,12	Baixo
Potássio (bases de troca) (K)	(cmol(+)/kg)	0,16	Baixo
Cálcio (bases de troca) (Ca)	(cmol(+)/kg)	2,20	Baixo
Magnésio (bases de troca) (Mg)	(cmol(+)/kg)	0,38	Muito baixo
Soma das bases de troca	(cmol(+)/kg)	2,86	
CTC efetiva	(cmol(+)/kg)	3,02	Muito baixa
Grau de saturação em bases	(%)	94,7	Muito alta
Grau de saturação em Ca ²⁺	(%)	72,8	Médio
Grau de saturação em K ⁺	(%)	5,3	Alto
Grau de saturação em Mg ²⁺	(%)	12,6	Alto
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP)	(%)	4,0	Baixo, não limitante
Relação Ca troca / Mg troca		5,8	Desfavorável, predomínio do Ca sobre o Mg
Relação K troca / Mg troca		0,4	Adequado
Ferro extraível (Fe)	(mg/kg)	100,13	Muito alto
Cobre extraível (Cu)	(mg/kg)	0,56	Baixo
Zinco extraível (Zn)	(mg/kg)	9,99	Alto
Manganês extraível (Mn)	(mg/kg)	52,45	Alto
Boro extraível (B)	(mg/kg)	0,88	Médio
Necessidade em cal	(ton CaCO ₃ /ha)	3	Para elevar o pH (H ₂ O) até 6,5. Ajustar em função da cultura.

**Departamento Ciências e Engenharia de Biosistemas
- Química e Ambiente -**

Cliente:	ISA	Data de entrada:	02/11/2016
Código do cliente:	E	Data de saída:	09/11/2016
Tipo de amostra:	Solo	Cultura:	Não especificada

Parâmetro		Resultado	Observações
Textura de campo		Arenosa-fina	Grosseira
pH (H ₂ O) (1:2,5)		6,5	Pouco ácida
Fósforo extraível (P ₂ O ₅)	(mg/kg)	>200	Muito alto (Índice de fertilidade 7)
Potássio extraível (K ₂ O)	(mg/kg)	91	Médio (Índice de fertilidade 4)
Cálcio extraível (Ca)	(mg/kg)	633	Baixo
Magnésio extraível (Mg)	(mg/kg)	62	Médio (Índice de fertilidade 3)
Matéria orgânica	(%)	1,88	Baixo
Condutividade elétrica (1:2)	(mS/cm)	0,08	Não salino
Calcário total (CaCO ₃)	(%)	<0,5	Não calcário
Calcário activo (CaCO ₃)	(%)	<0,5	
Acidez de troca	(cmol(+)/kg)	0,10	
Sódio (bases de troca) (Na)	(cmol(+)/kg)	0,09	Muito baixo
Potássio (bases de troca) (K)	(cmol(+)/kg)	0,20	Baixo
Cálcio (bases de troca) (Ca)	(cmol(+)/kg)	3,16	Baixo
Magnésio (bases de troca) (Mg)	(cmol(+)/kg)	0,51	Baixo
Soma das bases de troca	(cmol(+)/kg)	3,96	
CTC efetiva	(cmol(+)/kg)	4,06	Muito baixa
Grau de saturação em bases	(%)	97,5	Muito alta
Grau de saturação em Ca ²⁺	(%)	77,8	Médio
Grau de saturação em K ⁺	(%)	4,9	Médio
Grau de saturação em Mg ²⁺	(%)	12,6	Alto
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP)	(%)	2,2	Baixo, não limitante
Relação Ca troca / Mg troca		6,2	Desfavorável, predomínio do Ca sobre o Mg
Relação K troca / Mg troca		0,4	Adequado
Ferro extraível (Fe)	(mg/kg)	171,82	Muito alto
Cobre extraível (Cu)	(mg/kg)	6,43	Médio
Zinco extraível (Zn)	(mg/kg)	15,25	Muito alto
Manganês extraível (Mn)	(mg/kg)	26,77	Médio
Boro extraível (B)	(mg/kg)	0,66	Médio
Necessidade em cal	(ton CaCO ₃ /ha)	0	Não necessita de calagem



Métodos

pH (H ₂ O) (1:2,5)	Potenciometria
Fósforo extraível (P ₂ O ₅)	Extração Égner-Rhiem, EAM VIS/UV
Potássio extraível (K ₂ O)	Extração Égner-Rhiem, fotometria de chama
Cálcio extraível (Ca)	Extração com acetato de amónio, EAA
Magnésio extraível (Mg)	Extração com acetato de amónio, EAA
Matéria orgânica	Combustão, deteção de CO ₂ por IV
Condutividade elétrica (1:2)	Condutivimetria
Calcário total (CaCO ₃)	Digestão ácida, deteção de CO ₂ por IV
Calcário activo (CaCO ₃)	Método de Drouineau
Acidez de troca	Titulometria
Sódio (bases de troca) (Na)	Extração com acetato de amónio (1:15), EAA
Potássio (bases de troca) (K)	Extração com acetato de amónio (1:15), EAA
Cálcio (bases de troca) (Ca)	Extração com acetato de amónio (1:15), EAA
Magnésio (bases de troca) (Mg)	Extração com acetato de amónio (1:15), EAA
Soma das bases de troca	Cálculo
CTC efetiva	Cálculo
Grau de saturação em bases	Cálculo
Grau de saturação em Ca ²⁺	Cálculo
Grau de saturação em K ⁺	Cálculo
Grau de saturação em Mg ²⁺	Cálculo
Grau de saturação em Na ⁺ (ESP)	Cálculo
Relação Ca troca / Mg troca	Cálculo
Relação K troca / Mg troca	Cálculo
Ferro extraível (Fe)	Extração Lakanen-Ervio, EAA
Cobre extraível (Cu)	Extração Lakanen-Ervio, EAA
Zinco extraível (Zn)	Extração Lakanen-Ervio, EAA
Manganês extraível (Mn)	Extração Lakanen-Ervio, EAA
Boro extraível (B)	Extração com água fervente, Azometina H, EAM VIS/UV
Necessidade em cal	Cálculo